IL POLITECNICO

GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

ANNO LVI

MILANO
TIPOGRAFIA E LITOGRAFIA DEGLI INGEGNERI
1908

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

L'IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DI BRUSIO

ED IL TRASPORTO DI ENERGIA IN LOMBARDIA

(Continuazione vedi pag. 716 del Vol. 55 e le tav. dalla 1 alla 4 e 6 e 7).

Il bacino di carico. — Il tipo di costruzione adottato per il bacino di carico di Monte-Scala derivò da uno studio accurato delle condizioni del luogo, diretto ad assicurare anche un attacco sicuro delle derivazioni ai 6 tubi di carico.

L'altezza del pelo d'acqua nella camera riuscì determinata dalla necessità di immagazzinamento dell'acqua alla quale si accennava più sopra; data l'altezza d'acqua di ben 7, 5 metri e la quota altimetrica di 400 m. della camera, si rese necessaria una costruzione muraria delle più solide, condizione che si potè raggiungere appoggiando direttamente le murature di fondazione sulla roccia. Si impiegarono murature di cemento e pietrame per le pareti, e calcestruzzo per la suola di fondo e pel rivestimento della roccia.

Il livello di pelo d'acqua nella camera dei tubi viene mantenuto normalmente alto per poter rispondere nei casi di bruschi aumenti nella richiesta d'energia,

Le variazioni di pelo d'acqua vengono segnalate in Centrale da segnalatori elettrici a campana azionati da galleggianti disposti nel bacino di carico; questo è suddiviso in tre camere munite di griglie di 14 mm. di luce tra barra e barra dalle quali si dipartono i tubi in gruppi di due per ciascuna camera. Sui tubi nell'interno della camera sono inserite delle saracinesche a piatto a chiusura istantanea che entrano in azione nel caso di rottura di un tubo o per accidenti di natura consimile.

Si dovette prescindere dall'adottare mezzi automatici di chiusura perchè si temeva che subitanee variazioni di carico avessero a determinare la messa in funzione di detti apparecchi.

Le saracinesche adottate sono invece del tipo a chiusura verticale che vengono facilmente azionate dal guardiano ovvero anche direttamente dall'Officina Centrale con comando magneto-elettrico.

Condotte forzate. — Nello stabilire il numero dei tubi si partì dal dato di massima dell'impianto col quale si erano previste, riserva compresa, dodici unità da 3000 a 3500 HP ognuna. Dopo l'esame di alcuni progetti presentati dalle ditte costruttrici si stabile di fissare a 6 il numero dei tubi in quanto un numero minore avrebbe reso impossibile uno sviluppo progressivo dell'impianto, aumentate le difficoltà di trasporto e messa in opera, senza determinare una rilevante diminuzione nella spesa.

I dati principali relativi alle tubazioni sono i seguenti:

Diametro interno per il tratto superiore mm. 850 e per il tratto inferiore mm. 750; data la rilevante pressione di 120 metri si potè risparmiare in tal modo una notevole quantità di materiale; la maggior velocità acquistata dall'acqua nelle tubazioni inferiori di dia-

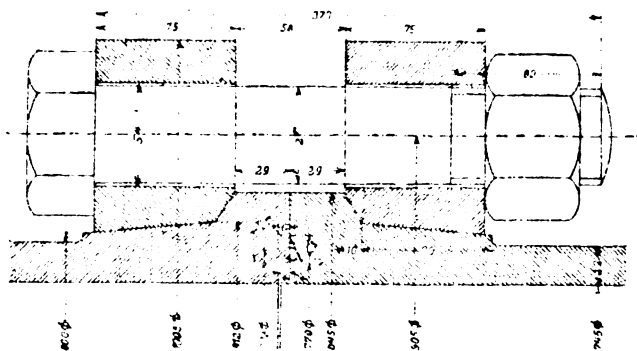



Fig. 1. — Collegamento a flangia dei tubi di carico.

metro minore veniva neutralizzata dalla velocità minore nei tronchi superiori e conseguente diminuzione di perdita di salto.

E poichè era prescritto dalle autorità locali che i tubi dovessero essere allo scoperto e ritornando d'altra parte vantaggioso che un impianto così importante di tubazioni forzate riuscisse facilmente accessibile per le eventuali riparazioni, così si dovettero inserire numerosi giunti che rendessero possibili le dilatazioni ed i raccorciamenti provocati dalle variazioni atmosferiche. Su queste basi si affidò

la fornitura dei primi cinque tubi, delle saracinesche e dei giunti di dilatazione alla ditta Escher Wyss di Zurigo che assunse pure i lavori di montaggio e la posa di una linea funicolare di servizio.

I tronchi inferiori di ciascuna conduttura e precisamente $^1/_3$ della lunghezza complessiva di circa 1 Km. sono costituiti con tubi saldati in acciaio forniti dalla ditta A. G. Dillinger Hütte; lo spessore massimo delle lamiere è di 22 mm. che comporta una sollecitazione del materiale di Kg. 7,5. La lunghezza dei singoli elementi di tubo è di 12 m.; i collegamenti sono a flangia con anelli liberi; la tenuta è effettuata da un anello in gomma che viene compresso dalla pressione stessa dell'acqua in una scanalatura a sezione conica.

Immediatamente a valle del bacino di carico sono disposte le saracinesche con camera esterna in ferro di protezione contro il gelo, ed i tubi di presa dell'aria onde impedire che per una improvvisa chiusura delle valvole a piatto, si venisse a verificare una rarefazione dell'aria nell'interno dei tubi stessi.

Sulle condotture all'arrivo in officina, è inserita una seconda serie di saracinesche ed altri organi di chiusura supplementare; su ciascun tubo è inserita una saracinesca a farfalla con relativo bypass, il che rende possibile di scaricare eventualmente le saracinesche principali delle singole turbine. Altre saracinesche permettono lo scarico diretto dei tubi nel canale sotterraneo di scarico delle turbine.

Sui tubi principali e perpendicolarmente a questi è disposto un altro tubo collegato alle condutture con apposite saracinesche e munito alle estremità di due altre saracinesche delle quali una rimane chiusa e l'altra funziona da valvola di sicurezza contro i colpi di ariete. Questo tubo supplementare ha anche l'ufficio di attivare la circolazione dell'acqua nei tubi nelle epoche di gelo, qualora questa riuscisse ridotta per una eventuale diminuzione nel carico.

Per la condotta forzata si scelse il tracciato rettilineo, quantunque questa scelta comportasse notevoli difficoltà costruttive del piano di posa dei tubi stessi; i lavori di scavo in roccia, di sterro, e le costruzioni in calcestruzzo e cemento armato vennero eseguiti dalle ditte Odorico e C. e Loni di Milano e Firenze.

In tutti i punti di variazione di pendenza ed immediatamente a monte dei giunti di dilatazione, i tubi sono amarrati in grossi blocchi di calcestruzzo poggianti generalmente sulla roccia ed armati internamente con ferri ad **[** ed ancoraggi. Nel calcolo di queste costruzioni in ferro e nella determinazione delle dimensioni da dare ai blocchi di beton vennero considerate le più sfavorevoli combinazioni degli sforzi in giuoco, dovuti alla pressione dell'acqua, ai colpi d'ariete, alle dilatazioni del materiale, al peso morto ecc.

Il manufatto d'ancoraggio più importante è quello contrassegnato col N. X immediatamente a monte della Centrale che ha una cubatura di 1400 mc., e comprende una pesante armatura interna in ferro, ed una soletta di fondazione armata con rotaie ferroviarie.

L'ancoraggio IX ha una cubatura di 700 metri cubi, l'VIII di 300 metri cubi; il VII di 500 metri cubi: il VI di 400 metri cubi; il V di 700 metri cubi ecc.

Gli spostamenti dei tubi nei premistoppa riescono molto ridotti quando nell'interno del tubo stesso si mantiene una certa quantità d'acqua; aumentano invece quando, per ragioni di riparazione, pulitura od altro, i tubi vengono completamente vuotati. I tubi superiori chiodati poggiano su pilastri in muratura disposti alla distanza di 6 metri; per quelli saldati l'interasse dei pilastri è di 12 metri.

Una funicolare con binario di 60 mm. di scartamento azionata con argano elettrico servì per la posa in opera dei tubi e viene mantenuta in posto per i casi eventuali di riparazione, trasporto di materiale ecc.

Nei lavori di montaggio delle cinque tubazioni del peso complessivo di 2000 tonn., con un peso singolo per ciascun tronco di ben 5000 Kg. non si ebbe a lamentare alcun infortunio.

L'Officina generatrice. — L'area su cui sorge l'officina generatrice è compresa fra la strada cantonale ed il fiume; il terreno prescelto, costituito in massima parte dall'antico letto del fiume obbligò a lavori speciali di consolidamento delle fondazioni e di protezione del fabbricato. A questo scopo, si costruì un robusto argine in beton e muratura di pietrame, basato su fondazione alla profondità media di 2 m. con uno spessore alla base di m. 3,20. che viene a racchiudere l'intero appezzamento di terreno. Questo muro è raccordato, con una terrazza selciata e piantumata ad un secondo muro in pietrame prospicente il fiume. Contro un eventuale abbassamento del letto del fiume si eseguirono lavori di consolidamento e palificazione.

Le fondazioni in gettata di calcestruzzo vennero spinte a profondità rilevanti anche per vincere la pendenza del terreno che risultava di 10 m. circa, e si arrivò conseguentemente per i manufatti di fondazione ad una cubatura di beton di ben 10 000 mc. Le murature sono di pietrame con strati interposti di mattoni. La copertura venne eseguita con tavelloni poggianti su ferri a I e soletta superiore in cemento di 3 cm. di spessore.

Immediatamente sopra a questa venne disposto dell'holzcement a triplo strato a cui fa seguito un ultimo rivestimento costituito da

lastroni in cemento armato comprendente una camera d'aria di circa 6 cm. d'altezza.

L'officina generatrice si può suddividere in tre parti principali: la sala delle macchine, i locali per gli apparecchi e per le sbarre collettrici e la parte centrale del fabbricato per gli uffici e per le sbarre collettrici delle linee in partenza.

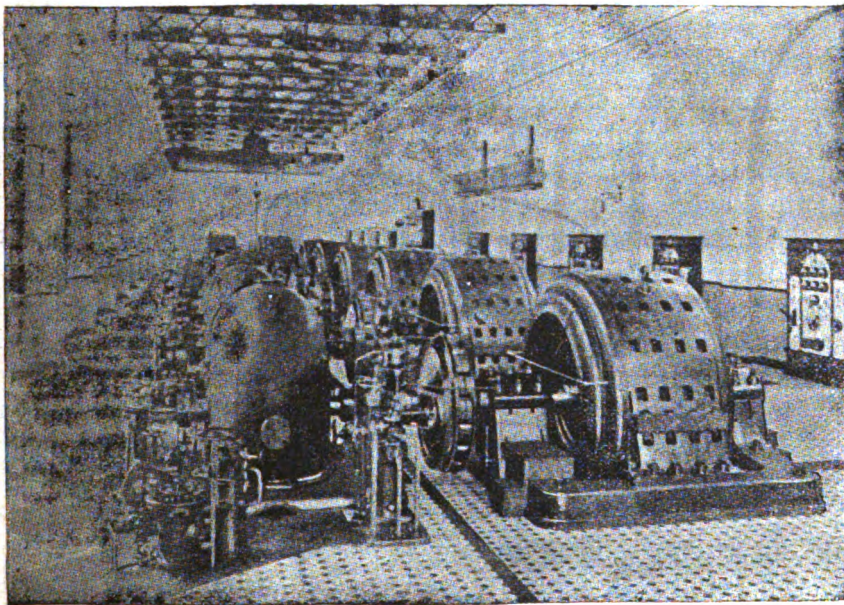



Fig. 2. — Interno dell' Officina generatrice di Campocologno

La sala delle macchine che ha una lunghezza di oltre 100 m., e che è servita da una gru elettrica di 28 tonn., della Ditta Larini, Nathan e C. di Milano, può ospitare ben 12 gruppi di turbine-alternatori della potenza di 3000 a 3500 HP. (10 già in posto) ed i quattro gruppi della eccitazione che assorbono ognuno una potenza di 250 HP.

La scelta del tipo di turbina e sopratutto del sistema di regolazione, fu subordinato ad uno studio accurato della questione data l' importanza del salto e le condizioni speciali della derivazione.

Dei due sistemi di regolazione adottabili, il primo comprende come è noto, regolatori che agiscono rapidamente sui distributori delle turbine ottenendosi in tal modo una buona regolazione della velocità delle macchine comandate, senza l'impiego di masse rotanti molto pesanti.

Si è però d'altra parte costretti a provvedere ad una regolazione supplementare della pressione per impedire i colpi d'ariete o le sovrapressioni determinati da manovre rapide di regolazione,

Come è noto, si provvede munendo le turbine di uno scaricatore speciale comandato dal regolatore che scarica direttamente un certo volume d'acqua senza che questo attraversi la turbina, in tutti quei casi nei quali si verifica una notevole diminuzione nel carico, annullando in tal modo i colpi che verrebbero a prodursi per una rapida chiusura del distributore.

Coll'altro sistema di regolazione si impiegano invece come è noto, regolatori funzionanti molto lentamente che provocano la chiusura od apertura dei distributori senza provocare dei colpi d'ariete nelle condotte forzate. In questo secondo caso riesce indispensabile l'azione di masse rotanti molto pesanti per assicurare un sufficente grado di regolarità nella velocità di rotazione delle macchine.

Riesce inutile evidentemente un regolatore di pressione quale venne indicato per il primo caso sopradescritto e si vengono a risparmiare perdite d'acqua.

Il primo sistema di regolazione viene generalmente adottato in quegli impianti dove non si hanno a lamentare forti variazioni di carico; nel caso opposto si dovrà preferire il secondo sistema. E poichè per l'impianto di Brusio non era noto a priori quali e di quale importanza sarebbero state le variazioni del carico, così si lasciò alla pratica di decidere quali dei due sistemi fosse da preferirsi nelle condizioni speciali dell'impianto.

Si installarono contemporaneamente due tipi di turbine e precisamente turbine Pelton della A. G. Escher Wyss e C. di Zurigo con regolazione a servomotore idraulico secondo il primo sistema e turbine parziali con regolatore meccanico secondo il secondo sistema costruite dalla A. G. Piccard, Pictet e C. di Ginevra. Le turbine degli alternatori funzionano a 375 giri, quelle delle eccitatrici a 430 giri. Nelle tavole 39, 40 Anno LV è chiaramente riprodotta la disposizione dei tubi d'ammissione dell'acqua ed il canale comune di scarico che sottopassa l'intiera sala delle macchine.

Incidentalmente accenneremo che dopo poco tempo dalla messa in marcia si potè constatare che il carico in Centrale si manteneva molto regolare e che brusche variazioni di carico erano da temersi unicamente per effetto di eventuali cortocircuiti in linea e conseguente scatto degli automatici.

I regolatori supplementari di pressione delle turbine a rapida regolazione non avevano quindi occasione di funzionare non verifi-

candosi pertanto le temute perdite d'acqua. Per il collegamento delle turbine agli alternatori vennero impiegati giunti elastici tipo Zodel-Voith, fusi in acciaio ed atti a resistere alla forza centrifuga anche nei casi di un aumento notevole nella velocità di rotazione. Gli alternatori costruiti dalla Ditta Alioth di München-

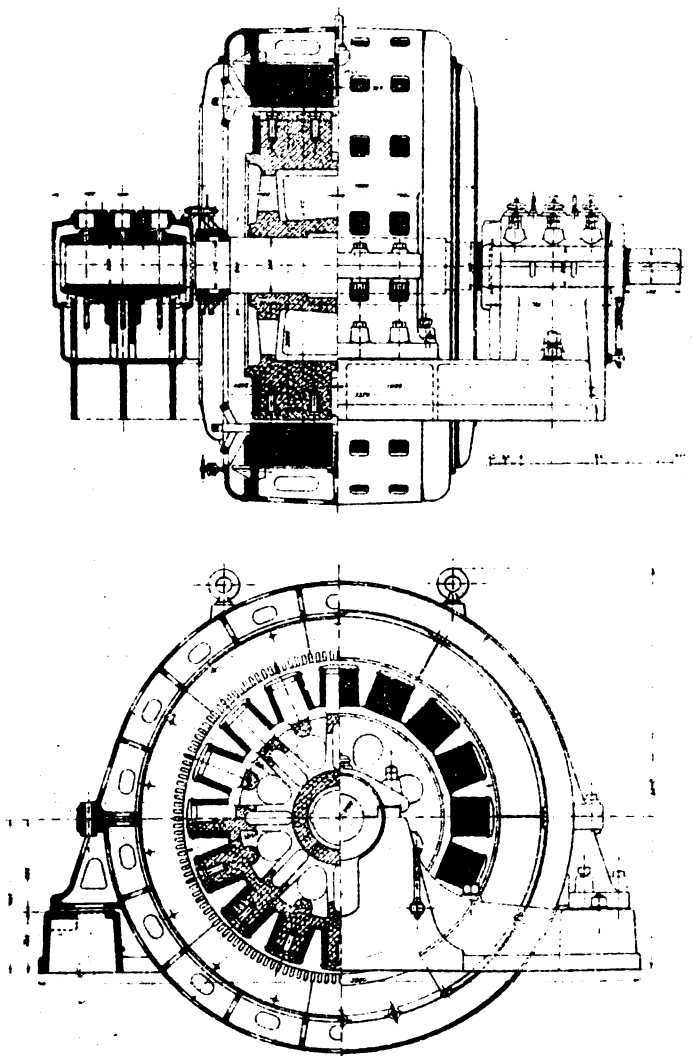



Fig. 9. — Vista e sezione trasversale di un alternatore.

stein presso Basilea sono del tipo ad indotto fisso ed induttore rotante, funzionano a 375 giri al minuto: 50 periodi al secondo, sviluppando una potenza nominale di 3000 KVA a 7000 Volt di tensione.

E poichè all'epoca dell'ordinazione delle macchine si temeva che avessero a verificarsi forti variazioni nel carico, così si richiese per gli alternatori una regolazione della tensione del 10 % e cioè da 6300 a 7700 Volt a potenza costante per valori superiori ai 7000 Volt, prescrivendo inoltre un sovraccarico del 25 % per la durata di 2 ore.

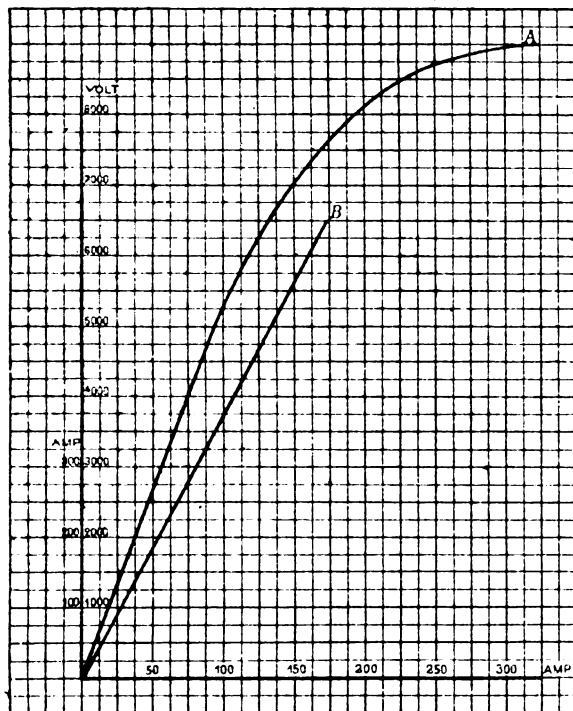



Fig. 10. — Caratteristiche degli alternatori:
A. curva di magnetizzazione — B. curva di corto-circuito.

Nella determinazione della potenza richiesta per l'eccitazione si fissò uno spostamento di fase di cos $\varphi = 0,7$. Le garanzie contrattuali erano le seguenti:

Rendimento per cos $\varphi = 1,0$	cos $\varphi = 0,7$	ed un carico di
96, 5 %	95, 0 %	5/4
96, 0 %	94; 5 %	4/4
95, 0 %	93, 5 %	3/4
93, 5 %	92, 0 %	1/4

Aumento di tensione da pieno carico alla marcia a vuoto

7 % per cos $\varphi = 1$
20, 0 % per cos $\varphi = 0,7$ e 7700 Volt

Riscaldamento: 45° C. sulla temperatura effettiva e dopo 24 ore di funzionamento a pieno carico.

Oltre a questo si richiese che la curva delle tensioni non dovesse

Fg. 11 — Curve di rendimento degli alternatori.

differire di più del 10 % in ordinata della corrispondente curva sinusoidale.

Da esperienze eseguite sul macchinario si raggiunsero pienamente i valori di garanzia contrattuali e per alcuni anzi riuscirono superiori.

Lo statore degli alternatori è in due parti; la carcassa in ghisa ha un diametro esterno di 3100 mm. ed in essa sono disposti i pacchetti di lamiere di 1100 mm. di larghezza attraversati da numerosi canali di ventilazione; per le bobine ad alta tensione si notano 144 fori, 3 fori per polo e per fase con tubi di micanite chiusi. Il rotore in acciaio è fuso in un sol pezzo coi poli e fissato all'albero mediante compressione idraulica; l'avvolgimento di eccitazione è costituito con piattina di rame e tenuto in posto dalle estremità polari fissate mediante bullonature ai poli stessi. La parte meccanica delle costruzioni venne studiata in modo da poter resistere normalmente alla forza centrifuga corrispondente ad una velocità periferica di 40 metri al 1''.

Le due parti costituenti la piattaforma di basamento sono fuse in un sol pezzo coi sopporti; il peso totale di ciascun alternatore è di 56 000 Kg. dei quali 18 200 si riferiscono alla parte rotante. I singoli rotori non vennero assicurati contro eventuali danni dovuti

al trasporto visti i premi enormi richiesti dalle Società assicuratrici e si provvide invece alla costruzione di un apposito carro che all'atto pratico ha dato buoni risultati.

Le quattro eccitatrici sono macchine in derivazione a 6 poli della potenza di 150 Kw. a 115 Volt e 430 giri al minuto; ognuna di esse serve ad eccitare contemporaneamente 4 alternatori sovraccaricati del 25 % e con $\cos \varphi = 0,7$.

Un corridoio facilmente accessibile ospita i cavi ad alta tensione che vanno ai quadri disposti di fronte alle macchine stesse. I cavi sono isolati per la tensione di 7000 Volt e portati da isolatori sufficenti per detta tensione.

I cavi della corrente di eccitazione sono disposti in un canale unico ricoperto con lastre di lamiera; le eccitatrici installate nella parte centrale della sala funzionano in parallelo sulle sbarre di eccitazione

Contrariamente a quanto si usò fare nelle altre centrali, in questa di Brusio si seguì, per quanto riguarda l'installazione del quadro delle macchine, il concetto di decentramento dei singoli servizi: in quanto ciascun generatore è servito da quadretti singoli disposti poco lontano dalla macchina stessa. Anche prescindendo dal fatto che, data la eccezionale lunghezza della sala sarebbe stato impossibile di organizzare un servizio di segnali alla voce, sarebbe inoltre mancato un completo controllo su tutto il macchinario e sarebbero riuscite difficili le manovre di messa in parallelo delle macchine; oltre a questo, l'installazione di un quadro generale avrebbe portato ad una maggior spesa d'impianto. Colla disposizione scelta nella Centrale di Brusio si ebbero collegamenti corti, facilmente ispezionabili, un lavoro più facile nella regolazione delle singole macchine, notando poi che col decentramento dei singoli quadri si esclude la possibilità che un guasto verificatosi in uno dei quadri possa trasmettersi a quelli vicini. I singoli quadretti di manovra formano unità a sè; distribuiti di fronte alle singole macchine comprendono una tavola in marmo che porta i volantini di manovra a distanza degli interruttori e dei regolatori. Gli apparecchi stessi sono piazzati distanti dal quadro e precisamente nel locale degli apparecchi e delle sbarre collettrici che corre lungo tutta la sala e che fronteggia le macchine stesse; anche nella disposizione degli apparecchi prevalse il concetto di indipendenza delle singole unità. Ciascun quadro di manovra comprende:

Per l'alta tensione: 2 voltmetri e relativi trasformatori di misura; 1 voltmetro sincronizzatore con lampade di fase in derivazione

per la messa in parallelo di ciascuna macchina; 3 amperometri con relativo trasformatore di corrente (uno per ciascuna fase). Un interruttore tripolare nell'olio con comando a mano ed automatico con relais tripolare di massima e da ultimo un trasformatore di corrente sul quale può venir inserito un amperometro disposto sulla colonna di manovra centrale.

Per l'eccitazione: Un reostato principale, un amperometro, un interruttore di campo speciale che nella manovra di apertura viene chiuso su una resistenza non induttiva onde eliminare le sovratensioni di apertura.

L'interruttore di campo dipende per mezzo di un comando elettrico, dall'interruttore principale ad alta tensione, per modo che nel caso di brusca interruzione e conseguente aumento di velocità dovuto ad una possibile mancata regolazione, l' alternatore viene ad essere sollecitato soltanto meccanicamente e non elettricamente. La posizione dell' interruttore è indicata con segnalazione ottica e precisamente quando i due interruttori sono scattati le due lampade elettriche riescono inserite e conseguentemente accese.

Quando la macchina è eccitata ma non è ancora inserita sulle sbarre delle lampade corrispondenti, una sarà accesa e l'altra spenta; la seconda si accenderà a manovra eseguita; per modo che un improvviso accendersi contemporaneo, delle due lampade segnalerà che l'alternatore corrispondente è stato bruscamente disinserito.

Ciascun quadretto è collegato alle sbarre comuni con interruttori a coltello e può quindi venir isolato dal resto dell'impianto rendendo possibili eventuali lavori di riparazione senza interrompere il funzionamento normale dell'impianto. Con questa disposizione si resero inutili le sbarre ad anello chiuso e vennero installate sbarre collettrici semplici a sezione di rame variabile, che partendo dal centro della sala, seguono parallelamentela fronte delle macchine.

L'intero impianto generatore è diviso dal punto di vista elettrico in due riparti uguali comprendenti ognuno 6 macchine indipendenti tra di loro ma che possono però anche venir accoppiate in parallelo. Ciascun riparto immette l'energia su metà delle sbarre collettrici; inoltre le tre prime unità nella parte a sinistra della sala possono venir inserite su sbarre proprie ed eccitate indipendentemente dalle altre macchine. Le sbarre collettrici sono costruite con piattine di rame di 45×50 mmq. ognuna, in modo che ad una estremità della sala si ha un'unica piattina, alla seconda macchina se ne notano due, alla terza tre collegate insieme ecc. fino al centro della sala. I quadri di comando delle eccitatrici sono disposti in

mezzaria della Centrale; sono costituiti con 4 pannelli in marmo uno per ciascuna macchina, sui quali sono fissati un voltmetro, un amperometro, un interruttore a mano, uno automatico, un regolatore di parallelo.

Di fronte al quadro dell'eccitazione è disposta, come abbiamo già accennato sopra, una colonna di manovra centrale che porta: un amperometro con commutatore per la lettura degli ampères di carico di ciascuna macchina; un voltmetro con commutatore; due amperometri, uno per ciascuna linea in partenza verso la stazione di trasformazione della Società Lombarda e finalmente un volantino a mano che comanda mediante albero tutti i regolatori di parallelo delle eccitatrici.

Si vede quindi come da questa colonna centrale di manovra si possa seguire il funzionamento dell'intera officina e regolare contemporaneamente la tensione degli alternatori funzionanti.

La disposizione a quadretti singoli e colonna centrale di manovra adottata a Brusio ha dimostrato la sua praticità, poichè nel fatto basterebbe un solo elettricista per regolare l'intero impianto.

Condottura per il trasporto della energia. — La maggior parte dell' energia sviluppata nell'officina di Brusio viene assorbita come è noto, dalla Società Lombarda; soltanto una piccola parte è riservata per le ferrovie del Bernina e per altri piccoli utenti per queste derivazioni di secondaria importanza, sono riservati come si è detto sopra, tre alternatori che possono nel caso venir anche inseriti sulle sbarre della Società Lombarda. La derivazione di energia Brusio Bernina può venir alimentata indirettamente dalla piccola centrale sul Sayento, impianto che venne a lavori ultimati, assorbito dalla Società esercente dell' impianto di Brusio.

Le utenze secondarie di alcuni Comuni delle provincie di Brusio e Poschiavo vengono servite sia direttamente coll'energia sviluppata nell'Officina sul Sayento alla tensione di 4000 Volt, sia indirettamente coll' energia della centrale di Brusio attraverso trasformatori riduttori con rapporto 7000/4000.

La Società delle ferrovie del Bernina riceve l'energia direttamente dalla Centrale in una propria cabina di trasformazione in Campocologno dove sono installati trasformatori elevatori 7000/22000.

In relazione a questa seconda derivazione si riconobbe anzi l'opportunità di poter elevare da 4000 a 7000 Volt la tensione della corrente proveniente dall' officina sul Sayento servendosene come riserva sia per la derivazione del Bernina come anche per servizi supplementari nell' officina principale, quali illuminazione, aziona-

mento delle gru, ecc., durante le fermate nelle ore di riposo e nei giorni festivi.

In relazione a quanto sopra per la derivazione Brusio–Bernina si adottarono le seguenti disposizioni:

Le condutture partendo dall'officina sul Sayento arrivano ad una sezione di trasformazione nella centrale di Brusio comprendente 6 trasformatori da 100 KVA ognuno e con rapporto di trasformazione 4000/7000 Volt; la corrente trasformata è raccolta su sbarre collettrici che possono eventualmente venir collegate colle sbarre principali dell' impianto.

Con questa disposizione è chiaro come si possano eseguire le diverse combinazioni alle quali si accennava più sopra.

Per quanto riguarda la fornitura dell'energia alla Società Lombarda, si accennò più sopra come questa dovesse venire immessa in una stazione di trasformazione della Società stessa; e precisamente i cavi della Kraftwerke Brusio dovevano arrivare fino alla sala degli apparecchi di misura nella stazione di trasformazione della Società Lombarda. E poichè era richiesto dalle condizioni stesse dell'impianto, che la stazione generatrice e la trasformatrice ricevente dovessero comprendere due fabbricati non solo indipendenti fra loro ma l'uno in territorio svizzero e l'altro in territorio italiano, così per il trasporto dell'energia da una stazione all'altra oltre alle difficoltà di ordine tecnico si dovettero regolare anche le condizioni di ordine politico imposte dai governi Svizzero e Italiano. Nel progetto di massima si era stabilito di installare delle condutture aeree del tipo comune; ma contro questo sistema si opposero e la quantità dell'energia da trasportare per la quale si rendevano necessarie due linee a più terne di fili ed indipendenti tra di loro, e la difficoltà di installare questo trasporto nella valle stretta ed in alcuni punti angusta del Poschiavino, e finalmente la previsione di possibili inconvenienti di ordine elettrico dovuti a fenomeni atmosferici.

In base a tutte queste considerazioni si stabilì di disporre le sbarre trasporto in una galleria che collegasse direttamente l'officina generatrice e la ricevitrice.

Nelle tav. 45 volume LV è ripodotta in sezione questa galleria di collegamento; le condotture dell' energia in partenza appena a valle della centrale attraversano il fiume sopra un ponte in ferro ermeticamente chiuso al quale viene a raccordarsi il tronco di galleria di circa 500 metri di lunghezza che arriva fino alla Centrale di trasformazione.

Per questo tronco di galleria che attraversa il confine si dovette richiedere la concessione dei due Stati interessati. Si impose dalle amministrazioni doganali che i due imbocchi della galleria non fossero accessibili al personale e che si dovesse accedere alla galleria stessa da un'unica porta visibile dalla strada. Sul versante italiano si dovettero installare nell'interno della galleria delle porte in ferro di sbarramento.

I due gruppi di condotture in partenza derivati attraverso interruttori a coltello e nell'olio dalle due sezioni di sbarre collettrici, rappresentano in certo modo un prolungamento alle sbarre collettrici stesse essendo tra l'altro installate in modo identico a queste. Contro le due pareti della galleria sono fissate tre sbarre sovrapposte verticalmente le une alle altre con sezione rettangolare di 3 $\times$ 150 millimetri quadrati; le sbarre sono costituite con piattina di rame e poggiano su isolatori a triplo mantello portati da aste diritte fissate alla loro volta a traverse in ferro ad U. Queste traverse in ferro servono contemporaneamente di sostegno per le tramezze in cemento armato di separazione delle singole sbarre.

I due ordini di sbarre sono limitati con intelaiature a rete metallica permodo che il corridoio centrale libero è accessibile al personale d'ispezione e alle guardie daziarie senza pericolo alcuno.

La stazione di trasformazione di Piattamala. — La galleria dei cavi suddescritta collega direttamente la centrale generatrice coi locali di piano terreno della stazione di trasformazione di Piattamala, dove l'energia a 7000 Volt di tensione viene sopraelevata a a 50000 Volt.

La stazione di trasformazione, destinata ad impianto completo, ad accogliere 24 trasformatori monofasi da 1250 KVA cadauno, ha una lunghezza di fabbricato di 55 metri per 21 di larghezza ed 8 d'altezza (vedi le tavole 1 e 2) e comprende dal lato verso Tirano una struttura a torre dalla quale escono all'aperto le condutture aeree di trasmissione.

La larghezza del fabbricato sopraelevato è di 28 metri su 13 di altezza; attualmente si contano nella stazione trasformatrice 13 trasformatori di una capacità complessiva normale di 16250 KVA. I disegni di impianto ed il macchinario elettrico di questa stazione vennero forniti dalla Società di elettricità Alioth; la parte in muratura e cemento armato fu eseguita dalla Ditta Odorico & C. di Milano e Loni di Firenze.

(Continua).

APPENDICE

TABELLA CHE DÀ I LIMITI DEI CARICHI PERMANENTI ALLA COMPRESSIONE

PER I MATERIALI COSTRUTTIVI DELLE VOLTE.

Classe	INDICAZIONE DEI MATERIALI	Peso al m.^{2} in kg.	Resistenza permanente al centim. quadrato
1	Pietra lavorata (granito e calcare compatto)	2400 a 2700	mai minore di chg. 40
	Malta di cemento naturale puro di Casale dopo 180 giorni d'impiego e mantenuta in condizioni di assoluta umidità per tutto questo tempo . . .	1800 a 1850	mai minore di chg. 30
2	Pietra lavorata (arenaria travertino, calcare semiduro)	2200 a 2500	mai minore di chg. 20
	Mattoni speciali compressi a macchina provenienti da ottime argille . . .	circa 2100	id. id.
	Malta di cemento naturale di Casale (una parte di cemento ed una di sabbia) dopo 180 giorni d'impiego in opera come al n. 1	1750 a 1800	id. id.
3	Mattoni forti e scelti	circa 2100	mai minore di chg. 10
	Malta di cemento naturale di Casale una parte di cemento ed una di sabbia) dopo 180 giorni d'impiego in opera come al n. 1	1750 a 1800	id. id.
	Malta di calce Palazzolo con chg. 400 di calce per un m.^{3} di sabbia dopo 180 giorni d'impiego come al n. 1	1650 a 1800	id. id.
	Calcestruzzi cementizi	1800 a 2100	id. id.
4	Mattoni mezzanelli	circa 2170	mai minore di chg. 5
	Malta di calce idraulica pesante (peso apparente per m.^{3} da 0,70 a 0,80). nel volume di 1 di calce per 3 di sabbia dopo 180 giorni d'impiego . .	1650 a 1800	id. id.
	Calcestruzzo con calci idrauliche dopo 180 giorni d'impiego	1700 a 2100	id. id.
5	Mattoni poco cotti (albasi)	circa 2090	mai minore di chg. 3
	Malta di calce idraulica leggera (peso apparente per m.^{3} da 0,50 a 0,60) composta di un volume di calce e 3 di sabbia dopo 180 giorni d'impiego	1650 a 1800	id. id.

ESAME CRITICO DELLE FORMOLE IN USO

PER IL CALCOLO DELLE SPALLE O PIEDRITTI ALLE VOLTE CIRCOLARI

Lettura fatta al Collegio degli Ingegneri il 16 Giugno 1907

Premesse. — La presente comunicazione forma il necessario complemento al tema : *Esame critico delle formole in uso per il calcolo delle volte*, da mè svolto nell'ultimo nostro Congresso tenuto in Milano il settembre del passato anno. Converrà perciò premettere un rapidissimo accenno alle conclusioni cui era allora arrivato perchè i miei egregi colleghi oggi qui presenti possano meglio afferrare lo scopo prefisso da questi miei studi.

Nella mia ormai lunga ed intensa pratica professionale nelle costruzioni ho sempre lamentato che uno dei punti in cui i Manuali Tecnici anche più stimati e diffusi danno poco aiuto all'ingegnere ed al costruttore è nella parte riguardante la stabilità delle volte. Perchè si limitano nella generalità a riportare le formole empiriche di vari autori (quali Dejardin, Peronnet, Leveillé, Lesguillier, Croizette-Denojers, Dupuit) per la determinazione dello spessore alla chiave ed ai giunti di rottura delle volte circolari a tutto sesto e ribassate e per la determinazione delle spalle o pile; e ciò senza nemmeno precisare entro quali limiti sono esse attendibili e con quali materiali debbono costruirsi. Soltanto in via eccezionale i più diffusi accennano a qualcuno dei sistemi di Mery, di Dupuit, di Laterrade, di Carvallo, di Scheffler, di Saint-Guilhem, di Durand-Claye o Peaucellier, di Perrodil, di Lavoinne, di Résal e del nostro Castigliano senza il necessario corredo di esempi atti ad illuminare il tecnico stretto dall'urgenza delle applicazioni. È quindi certo che allo stato attuale di compilazione dei nostri Manuali il tecnico che venisse improvvisamente chiamato perchè esamini e dica se un determinato volto è sufficientemente solido e capace di ricevere un dato peso, ovvero di dichiarare qual'è il peso massimo che con sicurezza sopra detto volto si può sovraporre, non saprebbe affatto rispondere; ma invece dovrebbe procedere a calcolazioni lunghe e laboriose per dare una risposta appena sufficiente.

In base a queste premesse col mio tema sopraricordato, dopo avere passato in rivista le principali formole empiriche e le più note tabelle per la determinazione delle volte ed averne singolarmente constatato le deficienze ed i difetti, ero venuto con alcuni concetti affatto razionali e derivati specialmente dalle ultime applicazioni delle malte idrauliche e dei cementi

alla presentazione di nuove tabelle colle quali è permesso rispondere immediatamente alle seguenti domande:

1.° Essendo progettata una volta circolare di determinato spessore e sottoposta ad un determinato sovracarico in chilogrammi quali saranno le pressioni massime in chilogrammi per centimetro quadrato sopportato dai due giunti pericolosi di chiave e di rottura, per modo che si possa a queste subordinare la scelta dei materiali costruttivi in ordine alla loro resistenza.

2.° Dovendosi costruire una volta sottoposta ad un determinato sovracarico in chilogrammi e con determinati materiali costruttivi quale sarà lo spessore da darsi alla volta perchè sopporti con sicurezza permanentemente detto sovracarico.

3.° Data una volta di determinato spessore e costruita con determinati materiali quale sarà il sovracarico massimo a cui potrà sottoporsi.

E soltanto per un semplice accenno dirò che le mie tabelle, appoggiate sopra una razionale classificazione dei materiali costruttivi rispetto alla resistenza per compressione, sono composte di venti quadri. Di questi dieci comprendono le volte estradossate parallelamente dal tutto sesto ai ribassi di $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_7$, $^1/_8$, $^1/_9$, $^1/_{10}$, $^1/_{12}$ e singolarmente ogni quadro per tutte le luci tra metri 1 e 15 in progressione di metri uno; invece gli altri dieci quadri comprendono per il tutto sesto e per tutti i ribassi già accennati l'estradossamento emerso dai primi dieci quadri, e cioè secondo una curva circolare soddisfacente alla condizione di dare una spinta massima pressochè eguale ai giunti di chiave e rottura, ed ogni quadro comprende tutte le luci tra metri sette e trenta.

Ognuno dei dieci quadri per le volte estradossate parallelamente consiste di dodici colonne così ordinate: 1.° luce del volto; 2.° raggio intradosso; 3.° sovracarico per metro in chilogrammi; 4.° classe dei materiali; 5.° spessore costante del volto; 6.° peso della volta e carichi tra la chiave e la verticale del punto di rottura; 7.° momento della parte di volta tra la chiave ed il punto di rottura rispetto alla verticale di detto punto; 8.° spinta in chiave secondo la curva di Mery; 9.° forza risultante tangenziale alla curva pressione di Mery nell'incontro della verticale al punto di rottura; 10.° rapporto tra la forza risultante e la spinta in chiave; 11.° pressione massima al giunto di chiave colla curva delle pressioni di Mery; 12.° elementi di calcolo ed osservazioni. Gli altri dieci quadri per le volte non estradossate parallelamente comprendono anche dodici colonne: ma la colonna decima dei precedenti quadri, divenuta superflua perchè il rapporto tra la forza risultante e la spinta in chiave eguaglia qui sensibilmente l'unità, è sostituita da un'altra segnante i raggi dell'estradosso.

Ma nella breve discussione avvenuta al Congresso in merito alle mie nuove tabelle ed estrinsecata nell'ordine del giorno presentato dal chiarissimo Prof. Boubée, che è contenuto nel Riassunto delle deliberazioni prese dal Congresso, rilevai tosto che le tabelle stesse si potrebbero ridurre a più modeste proporzioni per la loro più facile e pratica riproduzione nei Manuali tecnici colla soppressione di varie colonne; soltanto ritenevo allora neces-

sario trascriverle nel modo più completo sia perchè i miei egregi colleghi potessero agevolmente controllarne i risultati, sia perchè esse dovevano e potevano servire anche alla precisa determinazione dei piedritti o spalle alle volte stesse con pochissime e semplicissime operazioni aritmetiche sussidiarie. Sono quindi in obbligo richiamare l'attenzione del Collegio a cui mi onoro di appartenere sopra il completamento del mio tema estendendo gli studi già fatti per le volte all'esame delle spalle o piedritti su cui le volte stesse vengono impostate. S'intende però che la mia non sarà una nuda epsosizione di formole che male sarebbero sopportate dalla vostra pazienza; ma piuttosto dirò del criterio su cui queste formole vennero derivate ed impostate, o dovrebbero derivarsi od impostarsi, per riescire a delle conclusioni le quali mi lusingo possano arrecare vantaggio ai miei colleghi nella loro pratica professionale.

Formole empiriche. — Anche per le spalle o piedritti delle volte i Manuali Tecnici più pregiati e diffusi si limitano alla riproduzione di formole empiriche per le quali non è possibile assegnare la qualità ed il peso dei materiali con cui debbono costruirsi, i vari sovracarichi a cui ponno assoggettarsi, e neanche le spinte a cui eventualmente vanno sottoposte dalla parte esterna ed interna per effetto delle terre ivi appoggiate come di altre molteplici ma essenziali condizioni di carico.

Io ho cercato con diligenti indagini alle fonti primitive di assegnare alle migliori e più complete di queste formole le condizioni in cui ponno più convenientemente adattarsi, e posso di conseguenza presentare nella forma più concisa possibile il seguente riassunto.

a) Spalle o piedritti con materiali mediamente resistenti (pietrame, mattoni ordinari e buone malte comuni) sotto carichi ordinari e sovracarico di terra fino ad un metro (ponti stradali esclusi i ferroviari a medio e grande traffico).

(1) Leveillé

per il tutto sesto: spessore al piano d'imposta

$$E = (0,60 + 0,162\,D) \times \sqrt{\frac{h + 0,25\,.\,D}{H} \times \frac{0,865\,.\,D}{0,25\,.\,D + e}}$$

per l'arco di cerchio: spessore al piano d'imposta

$$E = (0,33 + 0,212\,.\,C) \times \sqrt{\frac{h}{H} \times \frac{C}{f + e}}$$

nelle quali:

D indica il diametro del volto per il tutto sesto;
C » la corda per l'arco di cerchio;
h » l'altezza delle spalle dal piano terra al piano imposta;
e » lo spessore del volto alla chiave;
f » la freccia del volto alla chiave;
H » la distanza verticale tra il piano della strada sul volto ed il

piano terra, ossia $H = h + f + e + 0,60$, rappresentando 0, 60 il sovraccarico in terra ed il pavimento ricoprente il volto ed il cui peso dopo il consolidamento si può ritenere eguale a quello della muratura; il quale sovracarico non potrà mai assumere un valore maggiore di 0, 60 fissato nella combinazione di queste formole, altrimenti la quantità sotto il radicale diminuirebbe coll'aumento di H, e ciò contrariamente alle più elementari leggi di statica.

Lesguillier ha dato invece le seguenti formole, le quali non contengono termini in cui H possa avere l'influenza delle formole precedenti e dove le lettere hanno il significato precedentemente assegnato.

(2) Lesguillier
- per il tutto sesto: spessore al piano imposta $E = D\,[0,60 + 0,04 \,.\, h]$
- per l'arco di cerchio: spessore al p.° imposta $E = \sqrt{C}\left[0,060 + 0,10\left(\frac{c}{f} - 2\right) + 0,04\,h\right]$

Roy ha dato infine la seguente formola d'una straordinaria latitudine e d'una incredibile semplicità, perchè applicabile ad ogni specie di volta fin quando l'argine non sorpassa i limiti ordinari della pratica.

(3) Roy: spessore al piano imposta $E = 0,20 + 0,30\,(R + e)$

in cui R è il raggio dell'intradosso della volta tanto per il tutto sesto che per l'arco di cerchio.

b) Spalle o piedritti in materiali come alla lettera precedente ma sotto grandi carichi tanto per argini che per treni pesantissimi.

Si hanno le seguenti formole

(4)
- Tedesca: per il tutto sesto $E = 0,305 + \frac{5}{24} \,.\, D + \frac{1}{6} \,.\, h + \frac{1}{12} \,.\, s$
- » per il sesto ribassato $E = 0,305 + \frac{C}{8}\left(\frac{3\,C - f}{C + f}\right) + \frac{1}{6} \,.\, h + \frac{1}{12} \,.\, s$

nelle quali:

D indica il diametro del tutto sesto;
h » l'altezza della spalla dal piano imposta al piano terra;
s » l'altezza del sovracarico in terra sovra l'estradosso della chiave;
C » la luce del sesto ribassato;
f » la freccia del sesto ribassato.

NB. — In tutte le formole indistintamente sovra riportate per lo spessore dei piedritti o spalle non dovrà mai h (altezza delle spalle dal piano imposta al piano terra) superare due volte la luce del volto, e questo dà nche il massimo limite per la stabilità ed estetica delle volte.

Tabelle. — La compilazione di tabelle per la determinazione delle spalle o piedritti delle volte circolari è ovvio debbono presentare maggiori difficoltà di quelle per la determinazione delle volte. Perchè per esse entra in giuoco un elemento di grande latitudine qual'è l'altezza che bisogna attribuire alle spalle nelle singole e svariate pratiche applicazioni; epperò verrebbero ad assumere dimensioni sproporzionate alla loro importanza effettiva. Ad onta di ciò alcuni autori vollero tentare la prova; ma, giova subito avvertire, con risultati molto incompleti e deficienti sia per il ristrettissimo numero di casi da essi considerato, sia per difetto essenziale del modo di derivazione delle tabelle stesse, sia infine per la laboriosità delle operazioni supplettive. Ci limiteremo perciò ad un rapidissimo e sommario riassunto.

Fontenay nel suo lavoro « *Construction des viaducs, ponts-acqueducs, ponts et ponceaux,* Paris 1852 » ha adottato per la determinazione dei piedritti tavole redatte sul modello di quelle date dallo Sganzin nel suo « *Corso di Costruzioni* »; le quali però servono unicamente per piedritti in pietrame e mattoni comuni con buone malte di calce ordinaria, e destinati per forti sovracarichi appunto perchè ha considerato soltanto le volte dei ponti stradali. Quindi non si potrebbero applicare ai piedritti delle volte destinate a sovracarichi medi e leggeri, come anche ai piedritti costruiti con materiali di diversa aderenza, qualità e resistenza degli accennati, ed anche ai piedritti sotto la spinta di considerevoli argini di terra. Di più queste tabelle per quanto derivate empiricamente, comprendono soltanto gli spessori per le spalle alle volte a tutto sesto ed a quelle ribassate di $^1/_3$ senza curarsi di tutte le altre forme di ribasso, e si restringono anche nell'applicazione ad una luce massima di dodici metri.

Carvallo nelle sue tabelle per le volte a tutto sesto (*Annales des Ponts et Chaussées,* 1853) ha dato il modo con operazioni supplettive di determinare lo spessore dei piedritti. Ma questa determinazione risente dei difetti da noi già indicati per la calcolazione delle volte; e cioè di potersi solo immediatamente applicare alle volte a tutto sesto perchè lo sviluppo dei calcoli per le volte ad arco di cerchio e sottoposti piedritti è tanto lungo e difficoltoso da non reputarsi affatto conveniente. Inoltre ritenendo Carvallo che le dimensioni nelle parti maggiormente compresse, che sono il giunto alla chiave, il giunto di rottura e la base dei piedritti, non sorpassi il limite di chilogrammi dieci al centimetro quadrato è venuto colle sue tabelle a limitare di molto la scelta dei materiali costruttivi.

Scheffler anche colle sue tabelle (*Theorie des Gewolbe,* Braunschweig 1857) ha precisato lo spessore da assegnarsi ai piedritti. Ma le tabelle stesse, mentre comprendono soltanto alcuni dei ribassi usati nella pratica costruttiva, risentono dell'errore fondamentale del suo metodo; e cioè di respingere l'ipotesi di Navier relativamente alla ripartizione delle pressioni sulla superficie dei giunti e d'introdurre la legge di statica della minima resistenza colla quale si vorrebbe che la linea delle pressioni effettive fosse quella tra le curve compatibili coll'equilibrio (ossia non uscenti dal profilo

della volta e del piedritto) che corrisponde alla spinta minima. Ma della dimostrazione che egli dà di questo principio considera unicamente i solidi invariabili della meccanica razionale e ciò costituisce l'errore fondamentale del suo metodo: perchè non è possibile sortire dal dilemma « che se le volte coi piedritti sottoposti sono costituiti da solidi invariabili il problema per la ricerca della curva delle pressioni è indeterminato e la meccanica non ci dà nessun mezzo per uscire dall'indeterminazione, mentre se sono formate da corpi deformabili bisogna tener conto della loro elasticità ed allora bisogna prendere per base delle ricerche la legge del trapezio di Navier che ne è la logica conseguenza.

Le nostre grandi Società Ferroviarie ad uso dei propri tecnici avevano generalmente emanato delle tabelle che colla determinazione delle volte più comuni fissavano anche le dimensioni dei piedritti. Queste tabelle delle quali ne ho fatto una buona raccolta per uso del presente studio, sono in gran parte attendibilissime e degne della massima fiducia perchè compilate diligentemente con metodi razionali sul modello di quelle del Mery, del Résal ed anche del nostro Castigliano; però hanno il difetto di essere esclusive ai forti sovracarichi ferroviari ed ai materiali costruttivi dell'uso ferroviario

Come conclusione di quanto ho qui riferito posso e debbo dire che la compilazione di tabelle per la determinazione dei piedritti o spalle alle volte è un lavoro improbo e di non pratica attuazione quando con esse si vogliono considerare le generalità dei casi nelle applicazioni col comprendere tutti i differenti sovracarichi, tutte le varie condizioni di spinta, tutte le variazioni dei pesi da attribuirsi ai materiali costruttivi ed in corrispondenza alla loro resistenza. Il problema deve piuttosto risolversi colla ricerca di una formola semplice e di facile numerica applicazione nella quale possano esercitare la dovuta influenza tutti gli elementi concorrenti alla stabilità delle volte e dei piedritti in piena e perfetta corrispondenza.

Formole razionali. — Pochi sono gli autori che cercarono determinare i piedritti con formole razionali quando si voglia fare assoluta esclusione del graficismo.

Gros (*Annales des chemins vicinaux*, numeri di luglio ed agosto 1895) merita una semplice menzione per la presentazione delle seguenti formole, nelle quali entrano certamente in giuoco le forze principali influenti sui piedritti

(5) Gros

per il tutto sesto:

$$E = \frac{-\pi + \sqrt{\pi^2 + 3{,}600\,H\,(Q\,.\,q - \pi\,.\,d - R\,.\,t)}}{1{,}200\,.\,H}$$

per l'arco di cerchio:

$$E = \frac{\gamma - e}{2} + \frac{-3\,.\,\pi + \sqrt{9\,\pi^2 + 38{,}400\,H\,(Q\,.\,q - \pi\,.\,d - R\,.\,t)}}{4{,}800\,.\,H}$$

nelle quali indicano:

E lo spessore del piedritto o spalla alla base;

π il peso della volta sovracaricata al disopra dei giunti di rottura;

H l'altezza dell'estremità superiore dei giunti di rottura al disopra delle fondazioni aumentata dei $^2/_3$ del sovracarico in questo stesso punto;

Q la spinta alla chiave;

q l'altezza della mezzaria del giunto di chiave al disopra della fondazione;

d la distanza della posizione della forza π al paramento del piedritto per il tutto sesto, come anche la distanza della posizione della stessa forza π alla mezzaria del giunto di rottura per i sesti ribassati;

R la spinta della terra sull'altezza totale della volta e dei piedritti;

t l'altezza della forza R;

γ, *e* la semicorda dell'arco d'estradosso e d'intradosso.

Ma queste formole complicate contrastano inconcepibilmente dalle formole che l'autore stesso ha dato per la determinazione delle volte collo spessore del giunto alla chiave *e* e del giunto di rottura o d'imposta E, le quali hanno tutte un'origine affatto empirica come risulta dalla semplice ispezione alle stesse.

(6) Gros
- per il tutto sesto $e = 0,20 + 0,026 \cdot D$
- per il ribasso di $^1/_3$ $e = 0,20 + 0,028 \cdot D$
- per tutti gli altri ribassi $e = 0,20 + 0,03 \cdot D$

nelle quali D indica la luce del volto

(7) Gros

per il tutto sesto		$\varepsilon = 1,63 \cdot e$
per il ribasso di	$^1/_3$	$\varepsilon = 1,54 \cdot e$
»	$^1/_4$	$\varepsilon - 1,42 \cdot e$
»	$^1/_5$	$\varepsilon = 1,27 \cdot e$
»	$^1/_6$	$\varepsilon = 1,19 \cdot e$
»	$^1/_7$	$\varepsilon = 1,14 \cdot e$
»	$^1/_8$	$\varepsilon = 1,11 \cdot e$
»	$^1/_9$	$\varepsilon = 1,09 \cdot e$
»	$^1/_{10}$	$\varepsilon = 1,07 \cdot e$
»	$^1/_{12}$	$\varepsilon = 1,05 \cdot e$

Tourtay (*Nouvelles annales de la Construction*, numeri di settembre, ottobre, novembre 1902) ha cercato stabilire la relazione tra i principali elementi che influenzano i piedritti di sostegno alle volte.

Si consideri innanzi tutto una volta il cui mezzo angolo al centro (fig. 1) non sorpassi 60° sessagesimali, ossia ribassata oltre un terzo della luce; e per la quale A B C D sia la spalla di paramento esterno B C comunque inclinato su cui gravitano le forze P e Q, così come vengono definite e calcolate nelle mie tabelle per la determinazione delle volte, ed applicate in A punto corrispondente al terzo inferiore del giunto sulla verticale del punto d'intradosso all'imposta.

Se si indica con π il peso della spalla;

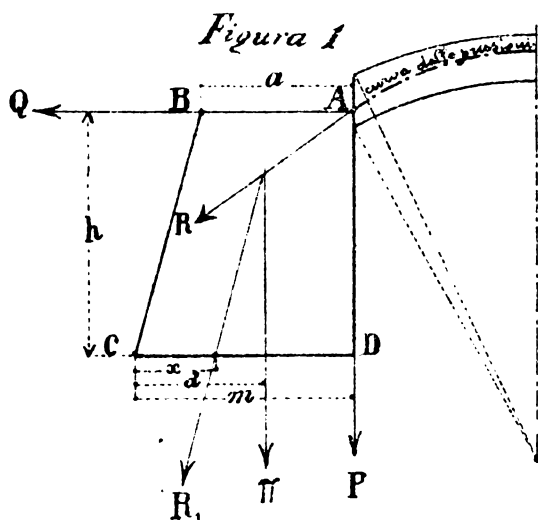
» » d la distanza del centro di gravità di π dallo spigolo di rotazione C;

» » x la distanza dello stesso punto C dal punto d'applicazione della risultante R_1 delle forze π e R sulla base della spalla;

» » h l'altezza A D della spalla;

» » m la larghezza C D della base inferiore;

» » a » B A » superiore;

allora, ammettendo che il punto intersezione di R_1 colla base inferiore debba trovarsi tra il mezzo ed il terzo della base stessa a partire da C e che la

pressione sullo spigolo C calcolata tenendo conto soltanto della componente verticale delle forze abbia un dato valore ρ, sarà l'equazione d'equilibrio del momento delle forze rispetto al punto intersezione di R_1 colla base

$$Q\,h = \pi\,(d - x) + P\,(m - x)$$
$$= \pi\,d + P\,m - (\pi + P)\,.\,x$$

Ma sappiamo che

$$\rho = \frac{\pi + P}{m}\left(4 - \frac{6\,.\,x}{m}\right)$$

da cui

$$x = \frac{2}{3}\,m - \frac{\rho\,m^2}{6\,(\pi + P)}$$

che sostituito nell'equazione d'equilibrio darà

$$Q\,h = \frac{1}{3}\,.\,P\,.\,m - \pi\left(\frac{2}{3}\,m - d\right) + \frac{\rho\, m^2}{6}$$

Se si suppone ora che la spalla abbia la forma di un trapezio e sia i' il peso della sua muratura si potranno tosto stabilire le seguenti eguaglianze

$$\pi\, d = i' \left\{ \frac{m-a}{2}\,.\,h \times \frac{2}{3}\,(m-a) + a\,h\left(m - a + \frac{a}{2}\right)\right\}$$

$$\pi = i'\,\frac{a+m}{2}\,.\,h$$

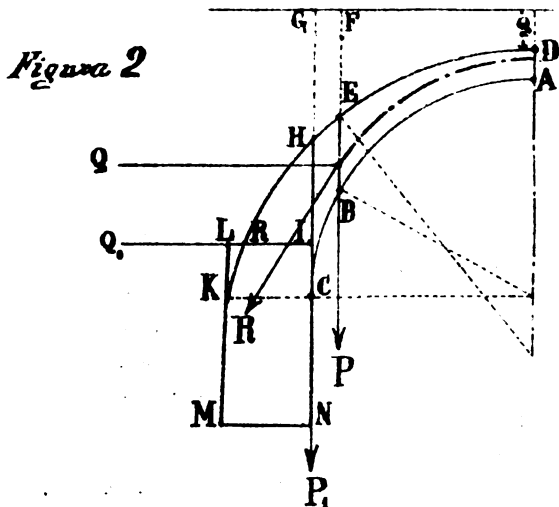
e per cui, facendo tutte le possibili riduzioni, si otterrà per equazioni di equilibrio

$$Q\,h = \frac{P\,m}{3} - \frac{i'\,a^2\,h}{6} + \frac{\rho\,m^2}{6} \qquad (8)$$

la quale indicando con f la pendenza della spalla dalla parte esterna e per cui potendo porre $m = a + f\,h$, diverrà

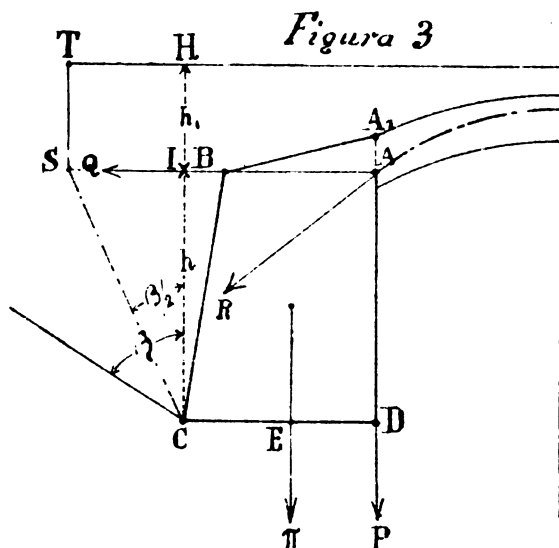
$$Q\,h = \frac{1}{3}\,P\,(a + f\,h) - \frac{1}{6}\,i'\,a^2\,h + \frac{1}{6}\,\rho\,(a + f\,h)^2 \qquad (8)_1$$

equazione di 2.° grado rispetto ad a, e quindi di facilissima soluzione essendo i valori P e Q dati immediatamente dalle nostre tabelle per le volte ed avendo tutte le altre lettere un significato direttamente numerico.

Ma tutto quanto si è qui analizzato vale soltanto, come si è tosto riferito

per i piedritti alle volte siano o no estradossate parallelamente di ribasso $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_7$, $^1/_8$, $^1/_9$, $^1/_{10}$, $^1/_{12}$ colle determinazioni date dalle nostre tabelle. Però per i piedritti alle volte a tutto sesto e per quelli di ribasso $^1/_3$ si può ancora adottare lo stesso procedimento con una lieve aggiunta. E cioè (figura 2) si comincerà a dedurre, come precedentemente, il peso P e la spinta Q per la parte A B della volta compresa tra la chiave ed il giunto di rottura a 60° dalla chiave così come sono segnate nelle nostre tabelle e secondo che si tratta d'una volta a tutto sesto o ribassata di $^1/_3$ estradossata oppure no parallelamente. Si aggiungerà poi al peso P il peso delle due figure B E H C, E F G H, che saranno facili a calcolarsi per mezzo d'una semplice misura diretta sostituendo alle curve delle linee rette a compenso delle superfici. Si avrà così il totale P′ e la spinta orizzontale Q da applicarsi al terzo inferiore I della lunghezza C H del giunto verticale d'imposta. Si determinerà poi, come precedentemente colla formola (8′) lo spessore I L della spalla teorica I L M N; a cui si sostituirà poi la spalla definitiva H K M N C tracciata così da presentare una stabilità almeno eguale o superiore alla precedente, la qual cosa si può fare facilmente ad occhio perchè è facile fare in modo che il momento del triangolo H R I rispetto allo spigolo di rotazione M sia maggiore di quello del triangolo R L K a cui viene sostituito.

La spalla determinata col processo qui indicato sarà sempre d'una stabilità più che sufficiente quando si fissi un peso di Gg.^{mi} 2000 per metro cubo della sua muratura, che generalmente essendo di pietrame è superiore a questa cifra. Però ha il difetto di trascurare affatto la spinta delle terre che eventualmente ponno contrastare dalla parte esterna di esso piedritto, come di non potersi applicare ai muri d'ambito delle volte dei fabbricati i quali si ponno di molto innalzare al di sopra del punto situato ad $^1/_3$ della verticale del punto d'imposta all'intradosso. A queste lacune si è cercato di ovviare col seguente

Nuovo procedimento: La buona sistemazione d'un volto e la sua perfetta stabilità dipendono dalla resistenza assoluta dei suoi punti d'appoggio sopra le spalle. È in primo luogo evidente che la spinta o componente orizzontale considerevole della pressione obliqua esercitantesi sul giunto d'imposta esige che la spalla abbia nella sua parte superiore uno spessore sufficiente per resistere allo scorrimento che tende a prodursi sul piano orizzontale passante per A (fig. 3) malgrado la resistenza aggiunta dalle malte. Di più la risultante delle pressioni sul corso inferiore della base della spalla deve passare ad una distanza sufficiente dallo spigolo esterno perchè lo schiacciamento dei materiali da costruzione non sia possibile; e l'esperienza dimostra che quando questa condizione è soddisfatta lo spessore che ne risulta per la spalla soddisfa alle condizioni di resistenza allo sforzo di taglio che si sviluppa alla sua parte superiore, tanto più che si è già dimostrato nella nostra determinazione alle volte come ad ogni materiale solido costruttivo possa corrispondere in ordine di resistenza alla compressione e quindi alla trazione un determinato materiale di cementazione.

Con questa osservazione riesce di molto facilitata la determinazione dello spessore alla spalla potendosi limitare la nostra ricerca allo spessore della base. Epperò siano $E = CD$ la base inferiore della spalla da determinarsi;

B A la base superiore; C B il suo limite dalla parte delle terre di una data inclinazione sulla verticale, essendo B il punto d' incontro della retta di scarpa alla muratura coll'orizzontale passante per il punto A. Se con h indichiamo il braccio di leva della spinta orizzontale Q sarà il momento di questa forza espresso da $Q\,h$. Si avrà allora per fare equilibrio a questo momento:

1.° Il momento per il peso del volume di muratura rappresentato dalla superficie A_1 B C D; al quale per semplificazione si può sostituire senza errore sensibile il momento del peso di volume corrispondente alla superficie A I C D, ossia a considerare il triangolo di muratura A A_1 B come composto di terra ed il triangolo di terra B C I come composto di muratura. Si ha allora un volume di muratura espresso da $E\,.\,h$ il cui peso, indicando con π il peso specifico della muratura, è rappresentato da $\pi\,E\,h$ ed il cui momento è

$$\pi\,E\,h \times \frac{E}{2} = \frac{\pi\,.\,h}{2}\,.\,E^2$$

2.° Il momento del peso del volume di terra sovrapposto a questo masso di muratura; per cui, indicando rispettivamente h' e π' l'altezza ed il peso specifico di questo masso di terra, il momento del peso considerato avrà per espressione

$$\pi'\,E\,h' \times \frac{E}{2} = \frac{\pi'\,.\,h}{2}\,.\,E^2$$

È evidente che se, invece di terra, il piedritto s' innalzasse colla muratura a fare da muro d' ambito come succede nelle volte dei fabbricati o sopportasse dell' acqua come negli acquedotti allora il peso specifico π' si ridurrebbe ancora a π od a Gg.mi 1000; così è evidente che i sovracarichi accidentali si potrebbero convertire in equivalente peso di muratura: ossia si avrebbe un valore g' simile al valore g già considerato nella calcolazione delle volte.

3.° Il momento del peso P della semivolta e del suo sovracarico permanente ed accidentale, peso già presentato dalle nostre tabelle per le volte; esso momento sarebbe

$$P \, . \, E$$

4.° Il momento della spinta delle terre che si esercita sulla verticale C I; la quale può essere considerata come prodotta dal prisma di massima spinta C S I sovracaricato dal masso S T H I ed ha per valore, indicando con β l' angolo formato dalla verticale e la scarpata naturale di sostegno per le singole terre

$$\frac{1}{2} \pi' h (h + 2 h') \operatorname{tag}^2 \frac{\beta}{2}$$

epperò il suo momento può essere considerato come sensibilmente eguale a

$$\frac{1}{2} \pi' h (h + 2 h') \operatorname{tag}^2 \frac{\beta}{2} \times \frac{h}{3} = \frac{1}{6} \pi' h (h + 2 h') \operatorname{tag}^2 \frac{\beta}{2} \times h$$

la quale espressione rappresenta il momento d'una forza eguale a

$$\frac{1}{6} \pi' h (h + 2 h') \operatorname{tag}^2 \frac{\beta}{2}$$

avente lo stesso braccio di leva h della spinta orizzontale Q. Questa forza è quindi direttamente opposta a Q diminuendola d'altrettanto. Per semplificare se si indica con Q' la differenza

$$Q - \frac{1}{6} \pi' h (h + 2 h') \operatorname{tag}^2 \frac{\beta}{2}$$

si avrà l'equazione d'equilibrio

$$Q' h = \frac{\pi h}{2} E^2 + \frac{\pi' h'}{2} E^2 + P E$$

ossia

$$Q' h = \frac{1}{2} (\pi h + \pi' h') E^2 + P E$$

Però con questa equazione la risultante delle pressioni passerebbe per lo spigolo esterno della base della spalla compromettendo la resistenza alla pressione e l'equilibrio sarebbe instabile. Converrà dunque di moltiplicare la spinta Q' per un coefficiente di cui l'effetto è di allontanare il centr

delle pressioni dallo spigolo esterno della spalla. Adottando il coefficiente 1,50 l'equazione diventa:

$$1{,}50\,Q'\,h = \frac{1}{2}(\pi\,h + \pi'\,h')\,E^2 + P\,E$$

ossia

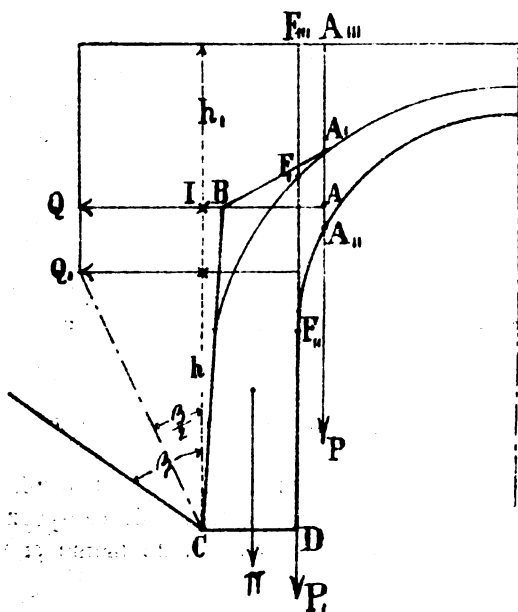
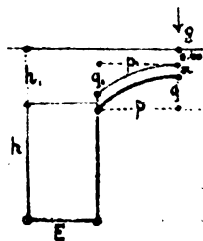
$$E^2 + \frac{2\,P}{\pi\,h + \pi'\,h'} \,.\, E - 2 \times \frac{1{,}50\,Q'\,h}{\pi\,h + \pi'\,h'} = 0$$

da cui

$$E = -\frac{P}{\pi\,h + \pi'\,h'} + \sqrt{\left(\frac{P}{\pi\,h + \pi'\,h'}\right) + 2 \times \frac{1{,}50\,.\,Q'\,h}{\pi\,h + \pi'\,h'}} \qquad (9)$$

la quale rappresenta la nostra formola generale per la calcolazione dei piedritti.

Questa formola che è d'immediata applicazione per tutte le volte con ribasso minore ad $^1/_3$, cioè per i piedritti alle nostre tabelle delle volte di ribasso $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_7$, $^1/_8$, $^1/_9$, $^1/_{10}$, $^1/_{12}$ siano esse estradossate parallelamente o no, hanno già nelle tabelle stesse determinati i valori di P e Q e quindi eventualmente di Q' che entrano in esse; mentre tutte le altre lettere hanno un significato puramente numerico: epperò il valore di E sarà in ogni caso dato da semplici operazioni aritmetiche. Essa non è direttamente applicabile invece per le tabelle determinanti le volte a tutto sesto o col ribasso di $^1/_3$, essendo che per esse il punto di rottura è spostato rispetto alla verticale del paramento interno del piedritto verso la verticale del giunto di chiave.

Ma per queste volte con una lieve aggiunta vale ancora tutto il procedimento qui indicato per le volte a sesto ribassato oltre $^1/_3$. E cioè (fig. 4) i due momenti $\frac{\pi\,h}{2}\,.\,E^2$ e $\frac{h'\,\pi'}{2}\,.\,E^2$ non subiscono modificazione alcuna nel

loro significato attribuito colla fig. 3. Invece al peso P delle nostre tabelle bisogna fare l'aggiunta del peso delle due figure $A, F, F_{,,} A_{,,}$, $A, A_{,,,} F_{,,,} F_{,}$, che saranno facili a calcolarsi per mezzo di una semplice misura diretta sostituendo alle curve delle linee rette a compenso delle superfici; però ad ogni modo la colonna 12.ª delle nostre tabelle ci dà molti elementi per la loro esatta determinazione. Si avrà così il peso totale P' e la spinta orizzontale Q da applicarsi ancora al terzo inferiore $F, F_{,,}$ del giunto verticale d'imposta e per conseguenza si avrà il nuovo momento P' E. Infine il momento della spinta delle terre che si verificherà sulla verticale C I avrà sempre lo stesso valore e significato, per cui la nuova equazione d'equilibrio risulterebbe

$$E = -\frac{P'}{\pi h + \pi' h'} + \sqrt{\left(\frac{P'}{\pi h + \pi' h'}\right)^2 + 2 \times \frac{1,50 \,.\, Q' h}{\pi h + \pi' h'}} \qquad (9')$$

nella quale tutte le lettere hanno lo stesso significato e derivazione della formola (9), ad eccezione di P' a cui bisogna attribuire l'aggiunta qui indicata rispetto a P.

Si potrebbe però obbiettare, e molto giustamente, che il momento Q h, oppure Q' h, ha nel suo braccio di leva h e nella spinta orizzontale Q valori differenti a quelli che si verificherebbero colla scomposizione a giunti radiali. Ma il punto terzo inferiore nel giunto verticale passante per il punto di rottura all'intradosso risulta in posizione certamente superiore a quella che si verificherebbe prendendo il terzo inferiore nel giunto radiale passante per lo stesso punto di rottura, e quindi si avrebbe una condizione favorevole all'equilibrio. Invece la spinta orizzontale Q, aumentando di valore ogni volta la curva delle pressioni per una ragione qualsiasi lasciasse la sua posizione del terzo superiore al giunto di chiave e del terzo inferiore al giunto di rottura per avvicinarsi alla linea mediana della grossezza del volto, darebbe una condizione sfavorevole all'equilibrio; alla quale si può ovviare considerando la curva delle pressioni passante per i punti mezzaria dei giunti di chiave e rottura che là per spinta orizzontale Q il valore $\frac{2 M'}{q + q_{,}}$ anzichè $\frac{3 M_1}{a + 2 q + q_{,}}$ delle nostre tabelle, e questo nuovo valore verrebbe immediatamente dato da una semplice operazione aritmetica con valori tutti già stabiliti dalle tabelle stesse. Del resto l'avere noi già moltiplicato il momento Q h per 1,50 ci assicura da qualunque dubbio sulla stabilità dei piedritti così come vennero da noi calcolati colle formole (9) e (9').

Conclusioni. — Dal nostro studio qui molto sinteticamente riassunto dovrebbe risultare chiaramente:

1.° Che le formole empiriche di determinazione dei piedritti per il loro modo di derivazione e per l'insufficienza degli elementi di compilazione sono pochissimo attendibili e solo potrebbero servire ad un primo preventivo molto sommario.

2.° Che le varie tabelle di determinazione dei piedritti riassumono in sè peggiorati tutti i vari difetti dei quali si fece cenno nel nostro precedente studio sulle volte; però tra esse per gli speciali casi di piedritti alle volte ferroviarie sono degne della massima fiducia quelle compilate dalle nostre grandi Società Ferroviarie ad uso del proprio personale tecnico.

3.° Che le formole razionali del Gros e del Tourtay, pur rappresentando un effettivo progresso rispetto alle precedenti determinazioni, non sono esenti da difetti perchè trascurano elementi importanti di carico influenzanti assolutamente i piedritti stessi.

4.° Che le formole (9) e (9') infine tenendo conto di tutte le varie forze che ponno gravare sui piedritti assumono una forma molto semplice di facilissima calcolazione perchè i suoi elementi principali sono presentati dalle tabelle da me precedentemente esposti alla determinazione delle volte.

Però per quanto il mio lavoro sulle volte, e questo sui piedritti che ne è il necessario complemento, abbiano importato rilevanti fatiche non ho affatto la presunzione di aver risolto in modo completo ed esauriente l'importante tema delle volte; ma è certo che per la latitudine con cui ho affrontato l'argomento tenendo conto di tutte le varie specie di carico dai più leggeri ai massimi cui ponno assoggettarsi le volte, esaminando tutte le varie specie di sesto circolare dal tutto sesto a quello ribassato di $^1/_{12}$, considerando l'estradossamento parallelo o no per tutti i sesti e partendo da principi affatto razionali ho potuto presentare delle tabelle tra le più complete e della massima facilità d'uso tra quante se ne pubblicarono; le quali vengono poi avantaggiate da una formola semplice e completa per la calcolazione dei piedritti che si può dire una derivazione delle tabelle stesse perchè molti dei valori in esse colcolati entrano nella nvova formola.

Ai valenti e provetti calcolatori e disegnatori se sarà infine riservato un campo più esauriente nelle loro indagini coi sistemi di determinazione delle volte e dei loro appoggi quali vengono insegnati nell'aureo libro del nostro Castigliano « *L'equilibre des systèmes elastiques* » o nei poderosi lavori del Résal nutro però lusinga che le mie tabelle potranno anche a loro riuscire di una grande utilità per le volte di piccola e media luce; perchè ho avuto anche la pazienza di constatare come i risultati da me offerti siano prossimi a quelli dedotti dai sistemi più laboriosi e perfezionati.

Del resto come invocai al nostro ultimo Congresso la critica dei vari Collegi degli Ingegneri d'Italia sul mio lavoro alle volte (in quanto esso possa servire a sostituire nei Manuali Tecnici tutte le formole empiriche e le precedenti tabelle) con concetti che il chiarissimo Prof. Boubée estrinsecò nel suo ordine del giorno relativo alla mia comunicazione, così oggi ribadisco quel desiderio colla presentazione di questo tema affatto complementare al primo innanzi al Collegio a cui mi onoro di appartenere.

Milano, Giugno 1907.

Ing. CARLO FERRARIO.

APPENDICE I.ª

Applicazione. — A dimostrare quanto sia di immediata e pratica applicazione la formola (9) per la determinazione delle spalle colle nostre tabelle inerenti alle volte si riporta della tabella delle volte circolari a sesto ribassato di $^1/_5$ estradossate parallelamente i dati per fare un opportuno esempio.

Esempio: Sia a costruirsi una volta a sesto ribassato di $^1/_5$ della luce di m. 6 in muratura di mattoni della Classe 3 (massima resistenza permanente alla compressione G. 10 per cmq.) e per cui si suppone possa verificarsi un sovracarico massimo g per metro quadrato di ponte di Gg.^{mi} 3000: si vogliono determinare gli spessori delle spalle da costruirsi in muratura di pietrame con malta di calce idraulica supponendo debbano avere dal piano terra all'imposta del volto nell'intradosso un'altezza di m. 4.

La nostra tabella precisa tosto che per il considerato caso sarà: lo spessore del volto di 0,40 avendosi con ciò una pressione massima al giunto di chiave colla curva di Mery di G. 7,17 per cmq. ed al giunto d'imposta di G. 7,17 × 1,36 = G. 9,75, il peso P della formola (9) di Gg.^{mi} 13 234,95 e la spinta in chiave Q determinante la Q' della stessa formola di G. 14322,60.

Ora la figura 5 dà tosto

$$h = 4 + \frac{1}{3}(q + a - q_1) = 4 + \frac{1,20 + 0,40 - 1,0673}{3} = 4,177$$

$$h' = q + a + 0,60 - \frac{q + a - q_1}{3} = 2,20 - 0,177 \qquad = 2,023$$

(con 0, 60 si indica lo spessore del cuscinetto di terra sovrapposto al vertice d'estradosso del volto) mentre per dato si ha

$$\pi = 2600 \qquad \pi' = 1600 \qquad \frac{\beta}{2} = 22°, 30'$$

Con questi valori sarà allora

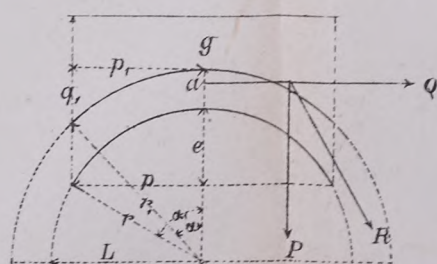
$$Q' = Q - \frac{1}{6}\pi' h (h + 2h') \operatorname{tog}^2 \frac{\beta}{2} = 14322,60 -$$

$$- \frac{1600 \times 4,177}{6}(4,177 + 4,046) \times 0,17 = 12763,50$$

TABELLA DELLE VOLTE CIRCOLARI A TUTTO SESTO ESTRADOSSATO PARALLELAMENTE E COSTRUITE IN MATTONI

1 Luce del volto L	2 Raggio intra-dosso τ	3 Sovra-carico per metro in chilog. g	4 Classe	5 Spessore costante ed in chiave a	6 Peso della volta e carichi tra la chiave e la verticale del punto rottura all' intradosso, $P = \left\{ \begin{matrix} (g + ai) + \\ 0,31 [i - q (i - h) q_1] \end{matrix} \right\}$	7 Momento della parte di volta tra la chiave ed il punto rottura rispetto alla verticale di detto punto. $M. = p/_4 \{ (g + ai) p + P \}$	8 Spinta in chiave secondo la curva di Mery. $Q = \frac{3 M_1}{a + 2q + q_1}$	9 Forza risultante tangenziale alla curva pressione di Mery nel-l' incontro della verticale al punto di rottura. $R = \sqrt{P^2 + Q^2}$	10 Rapporto tra la forza R e la spinta Q $\frac{R}{Q}$	11 Pressione massima al giunto di chiave colla curva di Mery $\frac{2. Q}{a}$	12 ELEMENTI DI CALCOLO ED OSSERVAZIONI
1. —	0. 50	500	4ᵃ	0. 12	378. 58	75. 58	284. 73	473. 29	1. 66	0. 47	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 0.433$ $q = 0,250$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0,12 sarà $q_1 = 0,1763$ $\alpha_1 = 44^0.17'.53''$ » a = 0,26 » $q_1 = 0,136$ $\alpha_1 = 34^0.43'.59''$ » a = 0.40 » $q_1 = 0.111$ $\alpha_1 = 28^0.45'.32''$ Coi materiali della 4.a classe s'intende quì specificata « la muratura di mattoni mezzanelli colla malta come al n. 4 della precedente tabella la cui resistenza permanente è mai minore di G. 5 al cmq. Coi materiali della 3.a classe s'intende quì specificata « la muratura di mattoni forti scelti colla malta di calce Palazzolo come al n, 3 della precedente tabella, la cui resistenza permanente è mai minore di G. 10 al centimetro quadrato. Nella calcolazione della presente tabella si è ritenuto che il peso l della muratura fosse di G. 2000 al mc. e quello dell'argine h di G. 1600 al mc.
		1000	»	»	594. 57	122. 43	461. 23	752. 49	1. 63	0. 77	
		2000	»	»	1027. 57	216. 13	814. 24	1311. 01	1. 61	1. 36	
		3000	»	»	1460. 57	309. 83	1167. 26	1867. 65	1. 60	1. 94	
		4000	»	»	2326 57	403. 53	1520. 27	2428. 30	»	2. 53	
		5000	»	»	1893. 57	497. 23	1873. 27	2986. 98	1. 59	3. 12	
		6000	»	0. 26	2882. 97	617. 40	2067 19	3547. 50	1. 72	1. 59	
		8000	»	»	3748. 97	804. 80	2694. 66	4617. 10	1. 71	2. 07	
		10000	»	»	4614. 97	992. 20	3322. 12	5686. 10	1. 70	2. 56	
		15000	»	0. 40	6902. 56	1487. 09	4412. 75	8191. 70	1. 85	2. 21	
		6000	3ᵃ	0. 12	2759. 57	590. 93	2226. 28	3545. 60	1. 59	3. 71	
		8000	»	»	3625. 57	778. 33	2932. 31	4662. 30	»	4. 89	
		10000	»	»	4491. 57	965. 73	3638. 30	5915. 80	»	6. 06	
		15000	»	0. 26	6779. 97	1460. 70	4890. 78	8360 —	1. 70	3. 76	
2. —	1. —	500	4ᵃ	0. 12	865. 29	326. 08	639. 45	1076. —	1. 68	1. 06	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 0.866$ $q = 0.50$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0.12 sarà $q_1 = 0.4098$ $\alpha_1 = 50^0.38'.44''$ » a = 0.26 » $q_1 = 0.345$ $\alpha_1 = 43^0.25'.6''$ » a = 0.40 » $q_1 = 0.30$ $\alpha_1 = 38^0.12'.47''$
		1000	»	»	1298. 29	513. 57	1007. 12	1642. 94	1. 63	1. 68	
		2000	»	»	2164. 29	888. 54	1742. 47	2778. —	1. 59	2. 91	
		4000	»	0. 26	4145. 73	1745. 02	3261. 68	5275. 01	1. 62	2. 51	
		6000	»	0. 40	6151. 89	2606. 81	4600. 25	7681. —	1. 66	2. 30	
		4000	3ᵃ	0. 12	3896, 29	1638. 51	3213. 82	5051. —	1. 57	5. 36	
		6000	»	0. 26	5877: 73	2494. 95	4663. 47	7503. —	1. 61	3. 59	
		8000	»	»	7609. 73	3244. 92	6062. 46	9672. —	1. 60	4. 66	
		10000	»	»	9341. 73	3994. 90	7467. 13	11959. —	»	5. 74	
		15000	»	0. 40	13919. 04	5975. 80	10455. 53	17408. —	1. 66	5. 23	
3. —	1. 50	500	4ᵃ	0. 12	1460. 27	786. 39	1038. 37	1791. 40	1. 72	1. 73	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 1.299$ $q = 0.75$ $\alpha_1 = 60^0$ e per a — 0.12 sarà $q_1 = 0.652$ $\alpha_1 = 53^0.18'.34''$ » a = 0.26 » $q_1 = 0\ 5725$ $\alpha_1 = 48^0\ 34'.8'$ » a = 0.40 » $q_1 = 0.5135$ $\alpha_1 = 43^0.8'.\ 2''$ » a = 0.54 . » $q_1 = 0.4634$ $\alpha_1 = 39^0.33'.9''$
		1000	»	»	2109. 77	1208. 24	1596. 79	2646. 50	1. 66	2. 66	
		2000	»	0. 26	3785. 29	2292. 33	2948. 21	4795. 40	1. 62	2. 27	
		4000	»	0. 40	6756. 53	4219. 06	5224. 33	8540 10	1. 63	2. 62	
		6000	»	0. 54	9726. 30	6145. 30	7364. 36	12200. —	1. 65	2. 73	
		2000	3ᵃ	0. 12	3408. 77	2051. 94	2709. 43	4354. 20	1. 60	4. 52	
		4000	»	0. 26	6383. 29	3979. 74	5118. 43	8181. 50	1. 59	3. 94	
		6000	»	»	8981. 29	5767. 14	7288. 60	11566. —	1. 58	5. 60	
		8000	»	0. 40	11952. 53	7593. 88	9439. 26	15230.	1. 60	4. 72	
		10000	»	»	14550. 53	9281. 27	11536. 69	18569. —	»	5. 77	
		15000	»	0. 54	21417. 52	13738. 68	17463. 97	27013. —	1. 62	6. 10	
4. —	2. —	500	4ᵃ	0. 12	2159. 10	1490. 36	1471. 96	2612. 50	1. 77	2. 45	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 1.7325$ $q = 1$ $\alpha_1 = 60_0$ e per a = 0.12 sarà $q_1 = 0.9175$ $\alpha_1 = 54^0.47'\cdot 10''$ » a = 0.26 » $q_1 = 0.8082$ $\alpha_1 = 50^0.1'.\ 52''$ » a = 0.40 » $q_1 = 0.7387$ $\alpha_1 = 46^0.11'.38''$ » a = 0.54 » $q_1 = 0.682$ $\alpha_1 = 42^0.59'\ 35''$ » a = 0.67 » $q_1 = 0.638$ $\alpha_1 = 40^0.26'\ 39''$
		1000	»	0. 26	3533. 91	2670. 45	2611. 09	4393 90	1. 68	2. 01	
		2000	»	0. 40	5766. 45	4598 40	4395. 21	7250. 10	1. 67	2. 20	
		4000	»	0. 54	9728. 73	8025. 38	7472. 43	12267. —	1. 64	2. 76	
		1000	3ᵃ	0. 12	3025. 34	2240. 70	2213. 04	3748. 10	1. 69	3· 69	
		2000	»	0. 26	5266: 42	4170. 79	4078. 08	6660. 40	1. 63	3. 14	
		4000	»	»	8731. 60	7173. 22	7013. 77	11199. 70	1. 59	5. 43	
		6000	»	0· 40	12699. 38	10602. 45	10133. 95	16247. —	1. 60	5. 07	
		8000	»	0. 54	16658 73	14028. 08	13061. 49	21168. —	1. 62	4 84	
		10000	»	»	20123. 73	170[illegible] 42	15856. 07	25620. —	1. 61	5. 87	
5. —	2. 50	500	4ᵃ	0. 26	3604. 84	3143. 07	2478. 52	4373. 20	1. 77	1· 91	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 2.165$ $q = 1\cdot 26$ $\alpha_1 = 60^0$ e per a = 0.12 sarà $q_1 = 1.1445$ $\alpha_1 = 55^0.43'\ 36'$ » a = 0.26 » $q_1 = 1.048$ $\alpha_1 = 51^0.40'.9''$ » a = 0.40 » $q_1 = 0.9706$ $\alpha_1 = 48^0.17'.40''$ » a = 0.54 » $q_1 = 0.906$ $\alpha_1 = 45^0.24'.49''$ » a = 0.67 » $q_1 = 0.854$ $\alpha_1 = 43^0.4'.\ 38''$ » a = 0.80 » $q_1 = 0.810$ $\alpha_1 = 41^0.0'.\ 9''$
		1000	»	»	4687. 47	4317. 83	3401. 65	5791. 50	1. 70	2· 62	
		2000	»	0. 40	7479. 51	7328. 66	5680. 25	9371. 40	1. 65	2. 84	
		500	3ᵃ	0. 12	2972 65	2475. 85	1973. 05	3568. 10	1. 80	3. 29	
		1000	»	»	4055. 33	3647. 65	2906· 88	4949. 10	1. 70	4· 84	
		2000	»	0. 26	6852. 33	6666. 68	5252. 11	8691. 60	1. 65	4. 04	
		4000	»	0. 40	11809. 64	12015. 53	9312. 92	15040. —	1. 61	4. 66	
		6000	»	0. 54	16763. 34	17367. 54	13204. 21	21339. —	»	4. 88	
		8000	»	0. 67	21669. 70	22671. 30	16902. 06	27482. —	1. 62	5. 02	
		10000	»	0. 80	26575. 16	27974. 31	20419. 27	33513. —	1. 64	5. 10	
6. —	3. —	500	4ᵃ	0. 26	4650. 35	4741. 55	3125. 61	5603. 10	1. 79	2. 40	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 2.598$ $q = 1.50$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0.12 sarà $q_1 = 1.392$ $\alpha_1 = 56^0.22'.44''$ » a = 0.26 » $q_1 = 1.291$ $\alpha_1 = 52^0.50'.25''$ » a = 0.40 » $q_1 = 1.207$ $\alpha_1 = 49^0.49'.50''$ » a = 0.54 » $q_1 = 1.1355$ $\alpha_1 = 47^0.12'.57''$ » a = 0.67 » $q_1 = 1.078$ $\alpha_1 = 43^0.3'.\ 58''$ » a = 0 80 » $q_1 = 1.027$ $\alpha_1 = 43^0.8'.\ 3''$
		1000	»	0. 40	6703. 89	7391. 60	4813. 22	8252. 80	1. 71	2. 41	
		500	3ᵃ	0. 12	3890. 33	3775. 44	2510. 27	4629. 40	1. 84	4 18	
		1000	»	»	5189. 37	5462. 87	3632. 26	6333. 80	1. 74	6. 05	
		2000	»	0. 26	8547. 46	9803. 83	6462. 64	10716. —	1. 65	4. 97	
		4000	»	0. 40	14498. 12	17510. 10	11408. 78	18449. —	1. 61	5. 85	
		6000	»	0. 54	20444. 80	25225. 70	16185· 36	26076. —	1. 60	5. 99	
		8000	»	0. 67	26334. 04	32864. 64	20765. 36	33536. —	1. 61	6. 20	
		10000	»	0. 80	32223. 02	40502. 70	25172. 60	48090. —	1. 60	6. 29	
7. —	3. 50	500	4ᵃ	0. 26	6957. 26	7614. 34	4313. 90	7679. —	1. 77	3. 32	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 3.031$ $q = 1.75$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0.12 sarà $q_1 = 1\ 641$ $\alpha_1 = 56^0.51'.25''$ » a = 0.26 » $q_1 = 1.535$ $\alpha_1 = 53^0.43'.14''$ » a = 0.40 » $q_1 = 1.446$ $\alpha_1 = 51^0\ 0'.\ 17''$ » a = 0.54 » $q_1 = 1.369$ $\alpha_1 = 48^0.36'.49''$ » a = 0.67 » $q_1 = 1.306$ $\alpha_1 = 46^0.37'.32''$ » a = 0.80 » $q = 1.250$ $\alpha_1 = 44^0.49'.18''$ Coi materiali della 2.a classe si specifica quì » la muratura di mattoni speciali compressi a macchina con malta di cemento Casale come al n. 2 tabella prec. »
		1000	»	0. 40	8201. 22	10347. 91	5806. 91	10049. —	1. 73	2. 90	
		500	3ᵃ	0. 12	4914. 97	5423. 55	3092. 69	5807. —	1. 87	5. 15	
		1000	»	0. 26	8472. 92	9910. 05	5614. 76	10164. —	1. 80	4. 33	
		2000	»	0. 40	11232. 30	14941. 16	8384. 49	14016. —	1. 67	4. 19	
		4000	»	9. 54	18172. 10	23435. 96	14107· 66	23005. —	1. 63	5. 23	
		6000	»	0. 67	25046. 04	35834. 34	19631. 68	31823. —	1. 62	5. 86	
		8000	»	0. 80	31917. 37	46231. 03	24989. 76	40536. —	1. 60	6. 25	
		10000	3ᵃ	0. 54	36360. 33	52353. 37	29036. 81	46531. —	1. 60	10. 75	
8. —	4. —	500	4ᵃ	0. 40	8074. 16	10892. —	5368. 16	9695. 80	1. 80	2. 68	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 3.464$ $q = 2.-$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0.26 sarà $q_1 = 1.7805$ $\alpha_1 = 54^0.24'.24''$ » a = 0.40 » $q_1 = 1.687$ $\alpha_1 = 51^0.56'.-$ » a = 0.54 » $q_1 = 1.6055$ $\alpha_1 = 49^0.43'.51''$ » a = 0.67 » $q_1 = 1.538$ $\alpha_1 = 47^0.52'.69''$ » a = 0.80 » $q_1 = 1.4777$ $\alpha_1 = 46^0.11'.38''$
		500	3ᵃ	0. 26	7064. 06	9177. 30	4557. 88	8406. 80	1. 84	3. 51	
		1000	»	»	8796. 12	12177. 30	6047. 76	10675. —	1. 76	4. 65	
		2000	»	0. 40	13720. 31	19891. 60	9803. 64	16498. 90	1. 68	4. 90	
		4000	»	0. 54	21203. 41	33601. 25	16402. 86	26807. 50	1. 60	6. 07	
		6000	»	0. 80	39988. 03	48768. 30	23306. 60	37980. —	»	5. 82	
		8000	2ᵃ	0. 54	35060. 51	57600. 80	28118. 50	44943. —	»	10. 41	
		10000	»	0. 67	42917. 75	71184. 80	34399. 87	55003. —	1. 59	10. 26	
9. —	4. 50	500	3ᵃ	0. 26	8431. 74	12087. 80	5343. 08	9983. —	1. 86	4. 11	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 3.897$ $q = 2.25$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0.26 sarà $q_1 = 2.027$ $\alpha_1 = 54^0.57'.25''$ » a = 0.40 » $q_1 = 1\ 930$ $\alpha_1 = 52^0.41'.11''$ » a = 0.54 » $q_1 = 1.844$ $\alpha_1 = 50^0.38'.44''$ » a = 0.67 » $q_1 = 1.772$ $\alpha_1 = 48^0.55'.12''$
		1000	»	»	10380. 24	15884. 67	7021. 30	12535. —	1. 78	5. 40	
		2000	»	0. 40	15415. 30	25650. 30	11266. 60	19094. —	1. 69	5. 63	
		3000	»	0 54	20445. —	35409. —	15431. —	25614. —	1. 66	5. 72	
		4000	»	0. 67	25389 54	45012. 20	19449. 30	31983. —	1. 64	5. 80	
		6000	2ᵃ	0. 40	31003. 30	55586. 60	25415. 80	38175. —	1 55	12 20	
		8000	»	0. 67	40977. 50	75357. 70	23561. 30	52339. —	1. 54	9. 70	
10.—	5. —	500	3ᵃ	0. 26	9907. 50	15505. 34	6174. 30	11674. —	1. 88	4. 74	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 4.330$ $q = 2.50$ $\alpha = 50^0$ e per a = 0.26 sarà $q_1 = 2\cdot 2738$ $\alpha_1 = 55^0.24'.30''$ » a = 0.40 » $q_1 = 2.1735$ $\alpha_1 = 53^0.18'.34''$ » a = 0.54 » $q_1 = 2.0843$ $\alpha_1 = 51^0.24'.30''$ » a = 0.67 » $q_1 = 2.0096$ $\alpha_1 = 49^0.47'.26''$ » a = 0.80 » $q_1 = 1.9413$ $\alpha_1 = 48^0.17'.40''$
		1000	»	0. 40	13338. 90	22876. 37	9063. 40	16126. —	1. 77	4. 53	
		2000	»	0. 54	18929. 36	34927. 70	13743. 30	23392. —	1 70	5. 09	
		3000	»	0. 67	24424. 50	46782. —	18275. 20	30504. 70	1. 67	5. 45	
		4000	»	0. 80	29918. —	58634. 70	22722. 80	37569. —	1. 65	5. 68	
		6000	2ᵃ	0. 54	36249. 90	72426. —	28498. —	46111. —	1. 61	10. 55	
		8000	»	0. 67	46076. —	88969. —	34753. —	57713. —	1. 61	10. 38	
12.—	6. —	500	3ᵃ	0. 40	15561. —	28988. —	9594. —	18308. —	1. 90	4. 90	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 5.196$ $q = 3.-$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0.40 sarà $q_1 = 2.664$ $\alpha_1 = 54^0.16'.55''$ » a = 0.54 » $q_1 = 2.5686$ $\alpha_1 = 52^0.36'.35''$ » a = 0 67 » $q_1 = 2.488$ $\alpha_1 = 51^0.10'.20''$ » a = 0.80 » $q_1 = 2.4136$ $\alpha_1 = 49^0.49'\ 50''$ » a = 0.94 » $q_1 = 2.3395$ $\alpha_1 = 48^0.28'.41''$
		1000	»	0. 54	18817. 80	38483. 50	12674. 30	22688. —	1. 79	4. 70	
		2000	»	0. 67	25416. —	55559. —	18200. —	31260. —	1. 72	5. 42	
		3000	»	0. 80	32011. —	73630. 40	23649. —	39799.	1. 68	5· 91	
		4000	»	0. 94	38709. 70	89971. 60	29087. 20	48420. 80	1. 66	6. 19	
		4000	2ᵃ	0. 54	34405 —	78980. —	26013. —	43132. —	1. 65	9. 63	
		6000	»	0. 67	46200. —	109556. —	35888. —	58502. —	1. 63	11 40	
15.—	7. 50	500	3ᵃ	0. 54	22704. 70	53538. —	14161. 70	26749. —	1. 88	5. 24	Per qualunque spessore del volto sarà $p = p_1 = 6.495$ $q = 3.75$ $\alpha = 60^0$ e per a = 0.54 sarà $q_1 = 3.3014$ $\alpha_1 = 53_0.33'.14''$ » a = 0.67 » $q_1 = 3.2140$ $\alpha_1 = 52^0.39'.20''$ » a = 0.80 » $q_1 = 3.1515$ $\alpha_1 = 51^0.29'.41''$ » a = 0.94 » $q_1 = 3.0562$ $\alpha_1 = 50^0.23'\ 51''$ » a = 1.07 » $q_1 = 2.9792$ $\alpha_1 = 49^0.16'.45''$ » a = 1.20 » $q_1 = 2.9117$ $\alpha_1 = 48^0.17'\ 33''$
		1000	»	0. 67	27710. —	69683. —	18363. 40	33246. —	1. 81	5. 48	
		2000	»	0. 80	35946. —	96348. —	25241. —	43922. —	1. 74	6. 31	
		3000	»	1. 07	46087. —	129061 —	33525. —	56991. —	1. 69	6. 26	
		4000	»	1. 20	54323. 50	155703. 80	40226. 60	67596. —	1. 68	6. 70	
		4000	2ᵃ	0. 67	47196. —	132951. —	35036. 30	58779. —	1. 68	10. 46	
		5000	»	0. 80	55429. —	159609. 10	41813. 50	69432. —	1. 66	10. 45	

OSSERVAZIONE. — Quando colle volte a tutto sesto si debba o si voglia superare la luce di m. 10 converrà dare alle volte uno spessore crescente dalla chiave alla radiale sui punti di rottura, e cioè precisamente che il rapporto tra questi due spessori stia come 1 a 1. 70: perchè risulta dalla nostra tabella che la spinta massima in chiave sta alla spinta massima sulla verticale al punto di rottura come 1 a 1. 70 circa. Abbiamo perciò calcolato per le volte a tutto sesto una speciale tabella coi materiali della classe 3. e 2. per cui, i raggi d'intradosso e d'estradosso avendo centri diversi situati però sulla stessa verticale si raggiunge lo spessore gradualmente crescente dal giunto di chiave al giunto di rottura nella misura sopra accennata.

Importanti criteri sulla stabilità delle volte a tutto sesto a confutazione delle formole empiriche si potrebbero dedurre dalla presente tabella ma si omettono per limitazione di spazio.

e quindi diventerà la (9) colle opportune sostituzioni

$$E = -\frac{P}{\pi h + \pi' h'} + \sqrt{\left(\frac{P}{\pi h + \pi' h'}\right)^2 - \frac{2 \times 1,50 \times Q' h}{\pi h + \pi' h'}}$$

$$= -\frac{13234,95}{2600 \times 4,177 + 1600 \times 2,023} +$$

$$+ \sqrt{\left(\frac{13234,95}{2600 \times 4,177 + 1600 \times 2,023}\right)^2 + \frac{2 \times 1,50 \times 12763,50 \times 4,177}{2600 \times 4,177 + 1600 \times 2,023}}$$

$$= -0,93885 + \sqrt{\overline{0,93885}^2 + 11,3456} = 2,558$$

Confrontando il risultato qui ottenuto con quello presentato dalle tabelle calcolate dall'Ufficio d'Arte della cessata Società delle S. F. del Mediterraneo per l'identico caso (che sarebbe di m. 2,10 al piano imposta e 2,10 + 4 × 0,15 = 2,70 al piano terra e cioè di 2,40 come spessore medio) si avrebbe molta affinità nel risultato. E quando si pensi che quelle tabelle furono dedotte coi metodi più perfezionati da calcolatori addestrati alla scuola del Castigliano bisogna concludere che la formola (9) raggiunge pienamente lo scopo per cui fu concretata.

Segue le tabelle.

SUL CALCOLO DELLA CAPACITÀ DEL CILINDRO

NEGLI ATTUALI MOTORI A GAS POVERO

DA 20 A 4000 CAV. EFF.

(Continuazione Vedi pagina 673 volume. LV.).

Gasmotorenfabrik Deutz *A. G, Köln-Deutz.* L'Ing. Anton Stauss ha sperimentato nel laboratorio meccanico dell'Istituto tecnico superiore di Karlsruhe, il motore ai dati (1):

$$\begin{aligned} N_n &= 70 \text{ cav. nom.} \\ D &= 410 \text{ mm.} \\ S &= 600 \text{ mm.} \\ n &= 182 \end{aligned} \qquad (21($$

gasogeno aspirato alimentato da antracite del potere calorifico di 7736 calorie.

Gli estremi delle prove sono:

$$\begin{aligned} N_i &= 73 \text{ cav. ind.} \\ N_e &= 65 \text{ cav. eff.} \\ R_m &= 0,89 \end{aligned}$$

Il rendimento del gasogeno figura con 86, 82 per cento; d'altra parte le acque di lavaggio ricevono l'8, 93 per cento del calore totale. Il rendimento del gasogeno risulta quindi di circa il 78 per cento. Il rendimento totale del motore è:

$$R_t = 0,206$$

ne viene:

$$R_i = \frac{0,206}{0,89 \times 0,78} = 0,297$$

(1) **Journal f. Gasbeleuchtung 29-1902.**

Dai soliti conti:

$$W = 5,9 \text{ mc.}$$

A cui corrisponde

$$p_m = 4,6$$

Di più essendo $R_i = 0,297$ è

$$Q = \frac{632}{0.297} = 2130 \text{ cal.}$$

onde:

$$\gamma = \frac{2130}{5.9} = 362 \text{ cal. mc.}$$

Dalle prove del Mathot (2) sopra un motore ai dati:

$$\begin{aligned} N_n &= 60 \text{ cav, nom.} \\ D &= 420 \text{ mm.} \\ S &= 480 \text{ mm.} \\ n &= 190 \end{aligned} \tag{22}$$

gasogeno aspirato alimentato da antracite del potere calorifico di 7577 calorie, è risultato:

$$\begin{aligned} N_i &= 77 \\ N_e &= 65,11 \\ R_m &= 0,846 \\ n &= 188,66 \end{aligned}$$

Si sono bruciati 305 gr. di antracite per cav. ind. ora.

Non è noto il rendimento del gasogeno. Postolo del 78 per cento, come per il precedente (il quale è in tutto simile a quello di cui ora ci occupiamo), si ha:

$$R_i = \frac{632}{0,305 \times 7577 \times 0,78} = 0,343$$

Di più egli è:

$$W = 4,9 \text{ mc.}$$

$$p_m = 5,5 \text{ Cg. cmq.}$$

$$Q = 7577 \times 0,305 \times 0,78 = 1850 \text{ cal.}$$

$$\gamma = \frac{1850}{4,9} = 378 \text{ cal. mc.}$$

(2) **Marzo 1904.**

Nello stesso anno 1904 Witz e Mathot sperimentarono un motore a doppio effetto ai dati:

$$\begin{aligned} N_n &= 200 \\ D &= 540 \\ S &= 700 \\ n &= 150 \end{aligned} \qquad (23)$$

Il gas povero era generato da un gasogeno alimentato da antracite del potere calorifico di 8100 cal.

Il secondo giorno di prova si chiuse coi dati:

$$n = 150,2$$
$$N_e = 222,83 \text{ cav. eff.}$$
326 gr. antr. cav. eff. ora.

Da cui si ha facilmente il rendimento dell'impianto, il quale sale al 24,4 per cento. Per arrivare ad una cifra così elevata occorre di disporre del funzionamento del gasogeno e della lubrificazione della macchina nel modo il più squisito. Riterremo pertanto 80 per cento il rendimennto del primo ed 88 per cento quello della macchina anche in considerazione del fatto che il cilindro è a doppio effetto e che la velocità angolare dell'albero motore è bassa. Ne viene:

$$R_t = \frac{0,244}{0,80 \times 0,88} = 0,345$$

Il volume W, tenuto conto della riduzione dovuta allo stelo e controstelo (diam. 120-110) risulta di:

$$W = \frac{0,2177 \times 0,7}{\frac{222,83}{0,88}} 150 \times 60 = 5,4 \text{ mc.}$$

onde:

$$p_m = 5 \text{ Cgcmq.}$$

Infine:

$$Q = 1840 \text{ cal.}$$
$$\gamma = 342 \text{ cal./mc.}$$

Albrecht von Ihering (1) accenna ad una prova che conferma i risultati ottenuti dalle due precedenti macchine. Nell'ottobre del

(1) Die Generatoren zur Gaserzeugung Leipzig 1907.

1905 venne sperimentato un impianto per lo sviluppo] di 160 cav. effettivi (max 170) a 160 giri al minuto. La ditta di cui andiamo occupandoci aveva garantito il cav. eff. ora a 480 gr. di arso di 7000 calorie. L'impianto potè sviluppare 180, 7 cav. eff. al costo di 382, 2 gr. di arso. Il rendimento indicato di queste macchine non può essere lontano da:

$$R_i = \frac{632}{7000 \times 382,2 \times 0,80 \times 0,88} = 0,335 \qquad (24)$$

Sfortunatamente non si trovano in detto libro le principali dimensioni della macchina.

Riferiamo infine qualche dato riguardante le prove fatte dal Prof. Eugen Meyer il giugno del 1903 sopra un generatore alimentato da lignite bruna.

$$\begin{aligned} n &= 181,8 \\ N_e &= 70,56 \text{ cav. eff.} \\ R_m &= 0,875 \\ +p_m &= 4,734 \text{ Cgcmq.} \\ -p_m &= 0,362 \quad \text{»} \end{aligned} \qquad (25)$$

Consumo di 2, 187 mc. di gas a 996, 2 cal. per cav. eff. ora.

Osservo anzitutto che il rendimento organico quì indicato non coincide con quello che in queste note si è definito. Secondo i nostri concetti è:

$$R_m = 0,875 \frac{4,734 - 0,362}{4,734} \qquad (26)$$

$$R_m = 0,81$$

Il qual valore è assai più confacente ad una macchina così veloce come questa.

Ancora:

$$R_i = \frac{632}{2,187 \times 996,2 \times 0,81} = 0,358$$

Di più égli è:

$$W = \frac{27}{4,734} = 5,7 \text{ mc.}$$

Ed essendo:

$$Q = 1765 \text{ cal.}$$

è:

$$\gamma = 310 \text{ cal. mc.}$$

In una seconda prova si svilupparono 70, 48 cav. eff. consumando 2, 192 mc. di gas del potere calorifico di 1006 calorie. La pressione indicata media risultò di Cg. 4, 760 Cmq. onde R_m ed R_i risultano di ben poco diversi da quelli or ora dati.

Gebr. Koerting A, G. Koertingsdorf. Il Meyer provò nel 1900 (1) un motore di questa ditta ai dati:

$$\begin{aligned} D &= 550 \text{ mm,} \\ S &= 960 \text{ »} \\ n &= 101 \text{ »} \end{aligned} \tag{27}$$

ciclo a due tempi, cilindro a doppio effetto generatore Koerting. Si svilupparono:

$$\begin{aligned} N_e &= 341 \text{ cav. eff.} \\ N_i &= 481 \text{ cav. ind.} \\ R_m &= 0, 71 \end{aligned}$$

con il rendimento totale $R_t = 0, 241$. Si ha subito:

$$R_i = \frac{0, 241}{0, 71} = 0, 34$$

Indi:

$$W = \frac{0, 22 \times 0, 96}{481} 101 \times 120 = 5, 3 \text{ mc}$$

$$p_m = 5, 1 \text{ Dg. cmq.}$$

$$Q = \frac{632}{0, 34} 1860 \text{ cal.}$$

$$\gamma = \frac{1860}{5, 3} = 350 \text{ cal. mc.}$$

Un motore di 100 cav, nom. alimentato da un gasogeno a mattonelle di lignite bruna venne provato da R. Pawlikowsky nell'estate del 1904. Ecco i dati principali:

$$\begin{aligned} N_e &= 110 \text{ cav. eff.} \\ n &= 150 \text{ circa} \\ D &= 540 \text{ mm.} \\ S &= 876 \text{ mm.} \end{aligned} \tag{28}$$

(1) Journal fur Gasbeleuchtung 3. 11. 1900.

Si bruciarono 669 gr. di mattonelle del potere calorifico di 4872 calorie, per cav. eff. ora.

Posto R^m 0,80 come già si ebbe in altra prova risulta:

$$R_i = \frac{632}{4782 \times 0,669 \times 0,80} = 0,25$$

Gli altri dati sono rispettivamente:

$$W = \frac{\frac{0,2290 \times 0,876}{110}}{0.80} \times 150 \times 30 = 6,560$$

$$p_m = 4,1 \text{ Cg. cmq}$$

$$Q = 4782 \times 0,669 \times 0,80 = 2550 \text{ cal.}$$

$$\gamma = \frac{2550}{6,56} = 388 \text{ cal, mc.}$$

Lo scrivente vide lo scorso ottobre nelle sale di prova delle officine di Koertingsdorf un motore ordinato da una società messicana per lo sviluppo di 230 cav. eff. a 135 giri ed a 1800 metri di altezza. La capacità dei due cilindri gemelli è naturalmente assai più grande di quella del corrispondente motore di serie normale. Egli è precisamente:

$$\begin{aligned} D &= 565 \text{ mm.} \\ S &= 800 \text{ mm.} \\ n &= 135 \end{aligned} \tag{29}$$

L'ordinata media del diagramma indicato risultò di 5,73 Cg. cmq. onde:

$$W = \frac{27}{5,73} = 4,700 \text{ mc.}$$

$$+ p_m = 5,73 \text{ Cg. cmq.}$$

$$- p_m = 0,5 \quad \text{»}$$

L'area negativa assume quì considerevole altezza poichè si frapposero all'entrata dei fluidi delle resistenze più gagliarde di quelle che si riscontrano nelle macchine normali. Con qualche piccolo conto si arriva a prevedere che il motore funzionerà a 1800 metri sviluppando comodamente il 10 per cento in più della potenza domandata.

Verein. Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbau-Ges. Nurnberg A. G. Werk Nurberg (1). Non ci occuperemo che dei classici tipi a doppio effetto alimentati dai gas che si catturano in testa agli alti forni.

Nella memoria sulle più potenti motrici a gas, pubblicata dal Prof. Riedler nella Z. d. V. d. I. 1905 (pag. 273) occorrono le seguenti importanti cifre:

$$\begin{aligned} D &= 850 \text{ mm.} \\ S &= 1100 \text{ »} \\ n &= 106 \\ N_e &= 1186 \text{ cav. eff.} \\ R_m &= 0,831 \text{ cav. eff.} \end{aligned} \qquad (30)$$

consumano 2262 cal. per cav. eff. ora.

Il motore in questione ha due cilindri a doppio effetto, accordati ed è quello che la ditta contrassegna con le cifre D. T. 11.

Egli è:

$$W = \frac{0,52 \times 1,1}{\frac{1186}{0,831}} \times 106 \times 120 = 5.1 \text{ mc.}$$

$$p_{ui} = 5.3 \text{ Cg. cmq.}$$

$$R_i = \frac{632}{2262 \times 0,831} = 0,335$$

$$Q = 1880 \text{ cal.}$$

$$\alpha = 369$$

Il rendimento organico dell'83 per cento è assolutamente eccezionale, poichè queste macchine sono di costruzione robustissima e girano ad alte velocità angolari.

Per le macchine D. T. 8, D. T. 10, D. T. 12, D. T. 13 (delle quali ho potuto avere le dimensioni le più importanti), riterremo R_m 0,80.

(1) In queste grandiose officine si costruiscono i motori Otto monocicilindrici a semplice effetto per lo sviluppo da pochi cavalli a 150 e più cav. eff. alimentati dai gas poveri degli ordinari gasogeni, o da olii leggeri e pesanti; i motori Diesel (di cui si occupano più specialmente le officine di Augsburg); infine i poderosi motori che sfruttano i gas d'alto forno. Sono queste le macchine che van trasformando l'industria dell'alto forno, e la cui saviissima costruzione sorprende i tecnici di tutti i paesi.

Ne viene:

(31 — 34)

D. T. 8 $$W = \frac{\frac{0,36 \times 0,8}{750}}{0,80} 140 \times 120 = 5,200 \text{ mc.}$$

D. T. 10 $$W = \frac{\frac{0,4738 \times 1}{1000}}{0,80} 110 \times 120 = 5,000 \text{ mc.}$$

D. T. 12 $$W = \frac{\frac{0,6558 \times 1,2}{1600}}{0,80} 100 \times 120 = 4,720 \text{ »}$$

D. T. 13 $$W = \frac{\frac{0,7672 \times 1,3}{1900}}{0,80} 94 \times 120 = 4,730 \text{ »}$$

Vogliamo accennare di volo al gigantesco impianto di Madrid (1) ove sei macchine del tipo D. T. 13 bruciano i gas prodotti da generatori alimentati da lignite sviluppando 2000 cav. eff. a 94 giri di velocità angolare. In questi motori è:

$$W = 4,5 \text{ mc.} \tag{35}$$

a cui corrisponde:

$$p_m = 6 \text{ Cg. cmq,}$$

Ritorniamo alle cifre relative ai motori a gas d'alti forni ed osserviamo come il volume W varii da 5,2 a 4,72 mc. Il valore di Q è disceso di sovente a 1900 cal, e qualche volta a 1815 cal. per cav. ind. ora secondo quanto ripetono tanti articoli tedeschi illustranti i motori a gas di grande potenza. Dobbiamo ritenere che la cifra minore si riferisca ai motori in cui è W = 4.72 e che l'altra di

(1) *La Socicdad de Gasificacion Industrial - Madrid.* — ha dato alla Spagna l'impianto che la portò di botto fra i più importanti paesi per lo sfruttamento dei combustibili mediante gasogeni che ricuperano i prodotti secondari, e per la produzione di energia elettrica mediante motori a gas.

1900 cal. riguardi piuttosto le macchine per cui è $W = 5,2$. In questa intesa sarebbe:

$$a) \qquad \gamma = \frac{1815}{4,72} = 384 \text{ cal. mc.}$$

$$b) \qquad \gamma = \frac{1900}{5,2} = 366 \text{ cal. mc.}$$

Di più la ditta asserisce di poter dare il cav. eff. a $2200 \div 2500$ cal. ora. Sempre nella stessa intesa sarebbe:

$$a) \qquad R_m = \frac{1815}{2200} = 0,825$$

$$b) \qquad R_m = \frac{1900}{2400} = 0,79$$

Questi valori confermano in qualche modo le cifre precedenti.

Deutsche Kraftgas-Gesellschaft m. b. H. Berlin. — Meyer ha provato (1) un motore, fornito da questa ditta per bruciare i gas d'alto forno. Il piccolo motore di cui si tratta è ai seguenti dati:

$$\begin{aligned} D &= 430 \text{ mm.} \\ S &= 700 \text{ »} \\ n &= 160 \text{ »} \end{aligned} \qquad (36)$$

Dalle prove si ebbe:

$$\begin{aligned} N_e &= 67,6 \text{ cav. eff.} \\ N_i &= 79,4 \text{ » ind.} \\ R_m &= 0.85 \\ n &= 160,5 \end{aligned}$$

Egli è dunque:

$$W = \frac{0,1452 \times 0,7}{79,5} 160,5 \times 30 = 6,15 \text{ mc.}$$

$$p_m = 4,4$$

Il rendimento totale del motore essendo del 25 per cento è:

$$R_i = 0,294$$

(1) Z. V. d. I. 1899 pag. 448. . . . . . .

E di conseguenza:

$$Q = 2150 \text{ cal.}$$
$$\gamma = 350 \text{ cal, mc.}$$

Lo stesso sperimentatore (1) nel 1903 un motore Oechellhauser ai dati:

$$\begin{aligned} N &= 500 \text{ cav. nom.} \\ D &= 675 \text{ mm.} \end{aligned} \qquad (37)$$

$$S_1 + S_2 = 1500 \text{ mm. corsa totale nel cilindro motore}$$

I lavori indicati, secondo i concetti già discussi, sono

Per il cilindro motore	878, —	cav.	ind.
» la pompa d'aria	105, 03	»	»
» » » di gas	7, 35	»	»

Ne viene:

$$N_i = 878 - 105,3 - 7,35 = 765 \text{ cav. ind.}$$

$$W = \frac{0,3578 \times 1,9}{765} 110,6 \times 60 = 5,9 \text{ mc.}$$

essendo 110, 6 il numero dei giri al minuto.

$$p_m = 4,58$$

Il cav. ind. ora ha costato 1920 cal., quello effettivo 2340. Egli è dunque:

$$R_m = 0,821$$

$$R_i = \frac{632}{1920} = 0,33$$

$$Q = 1920 \text{ cal.}$$

$$\alpha = 325 \text{ cal. mc.}$$

Il motore venne alimentato da gas poveri provenienti da gasogeno ad arso del potere calorifico medio di circa 3500 calorie.

Altre prove. eseguite alla fine dello stesso anno diedero:

$$(b) \qquad \begin{aligned} R_t &= 0,29 \\ R_m &= 0,833 \\ R_i &= 0,348 \\ Q &= 1,820 \\ \gamma &= 308 \end{aligned}$$

(1) Z. V. d. I. 1905 pag. 324.

Dei valori in *b*) quello di R_l è assai elevato, quello di γ è eccezionalmente basso.

Société anon John Cockerill (1) Seraing. — Ecco i dati del più gagliardo motore monocilindrico a ciclo Otto o meglio Beau de Rochas, che si è finora costruito:

$$\begin{aligned} D &= 1300 \text{ mm.} \\ S &= 1400 \text{ mm.} \\ n &= 94 \end{aligned} \qquad (38)$$

La velocità media dello stantuffo risulta così di 4,39 metri al secondo- I più veloci motori della Nurnberg corrono a circa 4.075 m. 1''.

La macchina venne provata mentre comandava un compressore per soffiare. L' aria usciva a mezza atm. di pressione richiedendo la potenza di 725 cav. eff. Egli è:

$$\begin{aligned} n &= 93 \\ N_e &= 725 \text{ cav. eff.} \\ N_i &= 886 \text{ cav, ind.} \\ R_m &= 0,82 \\ R_l &= 0,26 \\ R_i &= 0,317 \end{aligned}$$

$$W = \frac{1,3273 \times 1,5}{886} 93 \times 30 = 5,850 \text{ mc.}$$

$$\begin{aligned} Q &= 2000 \\ \gamma &= 340 \end{aligned}$$

Vennero pure eseguite le prove al freno ai dati:

$$\begin{aligned} n &= 94,5 \\ N_e &= 575 \text{ cav. eff.} \\ N &= 786 \text{ cav. ind.} \\ R_m &= 0,73 \\ R_t &= 0,203 \\ R_i &= 0,278 \\ W &= 6,7 \text{ mc.} \\ Q &= 2275 \text{ cal.} \\ \gamma &= 340 \text{ cal. mc.} \end{aligned} \qquad (39)$$

(1) Quecta Società che ha avuto tanta parte nella conquista dei gas d'alto forno apriva il secolo XX dimostrando c... è praticamente possibile di costruire una macchina monocilindrica a quattr... tempi della potenza di 600 cav. eff. Ripetiamo in queste note i risultati di prove che a suo tempo erano attesi con la trepidazione che non si scompagna mai dalle opere le più audaci.

Per l'accresciuto numero dei giri, e per la diminuzione del lavoro sviluppato, il rendimento organico risultò considerevolmente più basso di quanto si aveva dapprima calcolato. Il valore di γ è rimasto invariato.

Un altro motore Simplex della ditta Cockerill, venne da Hubert sperimentato nel 1901 (1):

$$
\begin{aligned}
N_e &= 200 \text{ cav. nom.} \\
D &= 850 \text{ mm.} \\
S &= 1000 \text{ »} \\
n &= 100 \text{ (esper. 99, 74)} \\
N_e &= 215.3 \text{ cav. eff.} \\
N_i &= 246,9 \text{ » »} \\
R_m &= 0,872 \\
R_t &= 0,20 \\
R_i &= 0,23 \\
W &= 6,9 \\
Q &= 2766 \\
\gamma &= 400
\end{aligned}
\qquad (40)
$$

Krupp — Duisberg. — Questa ditta ha saputo dare una impronta speciale anche ai motori a gas. Diamo i risultati di prove eseguite da Kohler (2) sopra un piccolo motore a gas d'alto forno della potenza massima di 40 cav. eff. Mgli è:

$$
\begin{aligned}
D &= 370 \text{ mm.} \\
S &= 520 \text{ »} \\
n &= 182 \\
N_e &= 39,5 \text{ cav, eff.} \\
N_i &= 49,5 \text{ » nom.} \\
R_m &= 0,80 \\
R_t &= 0,24 \\
R_i &= 0,30 \\
W &= 6,2 \text{ mc.} \\
Q &= 2100 \text{ cal.} \\
\gamma &= 340 \text{ cal. mc.}
\end{aligned}
\qquad (41)
$$

Premier Gas Engine Co. — Nottingham. — Si vuol permettere che le macchine di questa ditta presentano tanti punti originali

(1) Rev. univ. des Mines vol. 59 pag. 273.
(2) Z. V. d. I. 1900 pag. 1213.

da onorare la moderna costruzione dei motori a gas, Il punto più caratteristico è la *cacciata dei residui dalla camera di combustione* (1) la quale si effettua alla fine dell' ultimo tempo e prima dell' introduzione della miscela fresca. Questa cacciata viene compiuta così efficacemente da condurre a combustioni assai più complete di quelle che avvengono solitamente nei cilindri delle altre macchine, e da ottenere dei rendimenti indicati e totali di eccezionale bontà anche a carichi ridotti. Ne fan fede le prove eseguite dal Prof. Humphrey nel 1900 sopra un motore della potenza di 600 HP. e frenato a soli 368 cav. eff. La macchina è a due cilindri a semplice effetto ai dati;

$$n = 128 \qquad D = 715 \text{ mm.} \qquad S = 752 \text{ »} \tag{42}$$

Si ebbe il lavoro indicato nei cilindri di 489 cav. ind., ma la pompa richiede 34 cav. ind. onde è:

$N_e = 368$
$N_i = 455$
$R_m = 0,81$ (a circa $\frac{2}{3}$ carico normale)
$R_t = 0,256$ (» » »)
$R_i = 0,316$ (» » »)

La macchina era alimentata da Mondgas del potere calorifico di 1280 cal. mc,

Il valore di W e quello di γ non hanno in questo caso alcun significato e perciò non li calcoliamo. Durante un' altro prova venne fatto lavorare un solo cilindro, col seguente risultato:

$n = 127.4$ (43)
$N_e = 216$
$N_i = 320,92$
$R_m = 0,671$ (lavora un solo cilindro)
$R_t = 0,253$ (» » »)
$R_i = 0,3776$

$$W = \frac{0.4015 \times 0,762}{320,92} 127,4 \times 30 = 3,64$$

(1) Gli inglesi esprimono questa azione con il termine: *Scavenging*, o meglio: *positive scavenging*; i francesi la dicono: *balayage des gaz brûlés;* i tedeschi: *Ausspülung des Verdichtungsraumes.*

Questo valore è così piccolo da non aver il pari in alcun altro motore che la storia ricordi dalla prima macchina industriale del Lenoir alle più perfette macchine ad oggi costruite.

Ad esso corrisponde la pressione indicata media di circa 7, 5 Cg. cmq., la quale è naturalmente inferiore a quella media del diagramma reale. poichè dal lavoro indicato ad esso corrispondente si è tolto il lavoro indicato dalla pompa. Se si ricorda che il Witz ritiene per i comuni motori a gas povero $p_m = 4,75$ e che considera come massimo per i motori a gas luce il valore $p_m = 7,2$ (da non superarsi senza gravi inconvenienti) si ha subito l'idea della disinvoltura e sicurezza con la quale sono disegnate e costruite le macchine Premier.

Gli altri valori si scrivono:

$$Q = 1670$$
$$\gamma = 459$$

Nessuno altro motore a gas povero ha dato il cav. ind. ora a meno di 1700 a 1800 cal. (Guldner è forse andato oltre con un motore a gas luce).

Le prove sopra riportate hanno voluto mettere in evidenza come sia possibile costruire un motore a gas che sviluppi la metà od i due terzi della potenza massima sostenendo il rendimento totale sopra il 25 %. Ma purtroppo sono poche le macchine che danno tali risultati,

Louis Soest & Co. Reisholz-Düsseldorf. — Il motore da 30 cav. nom. di cui si disse al numero (9) ha sviluppato in officina alle prove a pieno carico, 62, 2 cav. ind. In queste condizioni è:

$$W = \frac{0,0908 \times 0,48}{62,2} 200 \times 30 = 4,2 \text{ mc.} \qquad (44)$$

$$p_m = \frac{27}{4,2} = 6,4 \text{ Cgcmq.}$$

Lo scrivente assistette pure alle prove del motore da 100 cav. nom. Esso sviluppò 165 cav. ind.:

$$W = \frac{0,1964 \times 0,7}{165} 170 \times 30 = 4,250 \text{ mc.} \qquad (45)$$

$$p_m = \frac{27}{4,250} = 6,35 \text{ Cgmq.}$$

Si riconobbe che questo motore funzionava in condizioni assai più comode di quelle in cui si trovava il motore da 30 cav. Non si potè avere l'esatto bilancio termico delle due macchine. Quello da 100 cav. avrebbe avuto sull'altro il vantaggio del 10 % mentre nell'esercizio industriale il vantaggio era del 14 per cento:

$$\frac{28-24}{28} = 0,14$$

I gasogeni erano alimentati da antracite.

Crossley Brothers Ltd — Manchester. — Il Prof. Humphrey eseguì alla fine del 1900 diverse prove sui motori di questa casa: rese noti gli estremi delle due seguenti:

$$\begin{aligned} N_e &= 117,4 \text{ cav. eff,} \\ N_i &= 141,6 \text{ cav. ind.} \\ R_m &= 0,83 \\ R_t &= 0,222 \\ R_i &= 0,268 \\ D &= 433 \text{ mm.} \\ S &= 610 \text{ »} \\ n &= 162 \end{aligned} \qquad (46)$$

$$W = \frac{0,1473 \times 0,61}{141,6} 162 \times 30 \times 2 = 6,180 \text{ me.}$$

$$Q = 2360 \text{ cal.}$$

$$\gamma = 382 \text{ cal. mc,}$$

E per l'altro:

$$\begin{aligned} N_e &= 314 \\ N_i &= 377,9 \\ R_m &= 0,83 \\ R_t &= 0,218 \\ R_i &= 0.253 \\ D &= 662 \\ S &= 917 \\ n &= 152,4 \end{aligned} \qquad (47$$

$$W = \frac{0,3442 \times 0,917}{377,9} 152,4 \times 30 \times 2 = 7,65 \text{ mc.}$$

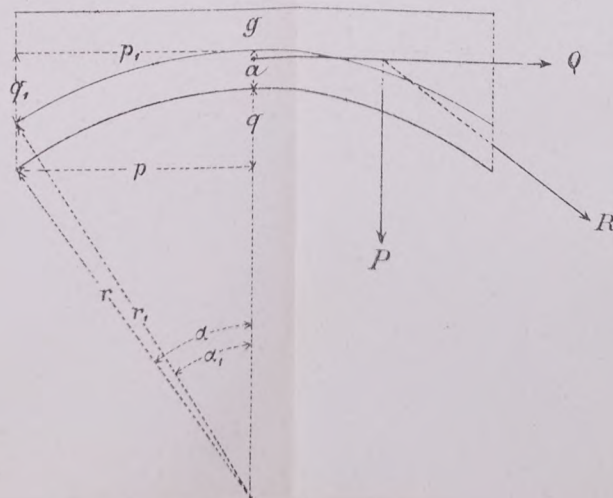
$$Q = 2500 \text{ cal.}$$

$$\gamma = 327 \text{ cal. mc:}$$

Il rendimento totale di queste due macchine non è stato tanto

TABELLA DELLE VOLTE CIRCOLARI A SESTO RIBASSATO DI 1/10 ESTRADOSSATE PARALLELAMENTE E COSTRUITE IN MATTONI

1 Luce del volto L	2 Raggio intradosso τ	3 Sovraccarico per metro in chilog. g	4 Classe	5 Spessore costante ed in chiave a	6 Peso della volta e carichi tra la chiave e la verticale del punto rottura all' intradosso, $P=p\left\{(g+ai)+0{,}31\,[iq-(i-h)\,q_1]\right\}$	7 Momento della parte di volta tra la chiave ed il punto rottura rispetto alla verticale di detto punto. $M=p/4\left\{(g+ai)\,p+P\right\}$	8 Spinta in chiave secondo la curva di Mery. $Q=\frac{3\,M_1}{a+2q+q_1}$	9 Forza risultante tangenziale alla curva pressione di Mery nell' incontro della verticale al punto di rottura. $R=\sqrt{P^2+Q^2}$	10 Rapporto tra la forza R e la spinta Q $\frac{R}{Q}$	11 Pressione massima al giunto di chiave colla curva di Mery $\frac{2.\,Q}{a}$	12 ELEMENTI DI CALCOLO ED OSSERVAZIONI
1. —	1. 30	500	4ª	0. 12	395. 36	95. 67	698. 32	802. 18	1. 149	1. 164	Per qualunque spessore del volto sarà
		1000	»	»	645. 36	158. 17	1154. 52	1322. 65	1. 146	1. 924	p = p_1 = 0.50 q = 0,10 α = 22° 37'.12"
		2000	»	»	1145. 36	283. 17	2066. 93	2363. 06	1. 143	3. 445	e per a = 0,12 sarà q_1 = 0,091 α_1 = 20°.37'.0"
		3000	»	0. 26	1786. 11	443. 26	2467. 60	3046. 20	1. 234	1. 898	» a = 0,26 » q_1 = 0,0789 α_1 = 18°.41'.38"
		4000	»	»	2286. 11	568. 26	3163 46	3902. 58	»	2. 433	Per la determinazione delle claasi vedasi la tabella per le
		5000	»	»	2786. 11	693. 26	3859. 33	4759. 92	1. 233	2. 968	volte a tutto sesto. Lo stesso dicasi per i valori attribuiti ad i e h.
		3000	3ª	0. 12	1645. 36	408. 17	2979. 34	3403. 48	1. 142	4. 965	Non si portano sovracarichi maggiori di G·mi 5000 par le piccole
		4000	»	»	2145. 36	533. 17	3891. 75	4443. 90	»	6. 486	luci di G. 4000 per le luci medie e grandi perchè le
		5000	»	»	2645. 36	658. 17	4804. 16	5484. 33	1. 141	8. 007	volte a sesto ribassato non sono mai sovracaricate di terra.
2. —	2. 60	500	4ª	0. 12	840. 38	395. 09	1668. 22	1867. 94	1. 119	2. 786	Per qualunque spessore del volto sarà
		1000	»	»	1340. 38	645. 09	2723. 81	3035. 75	1. 114	4. 539	p = p_1 = 1.— q = 0.20 α = 22°.37'.12"
		2000	»	0. 26	2621. 62	1285. 40	4587. 88	5284. 16	1. 152	3. 528	e per a = 0.12 sarà q_1 = 0.1905 α_1 = 21°.34'.14"
		3000	»	0. 40	3902. 72	1925. 68	5945. 90	7112. 30	1. 196	2. 972	» a = 0.26 » q_1 = 0.1805 α_1 = 20°.27'.57"
		4000	»	»	4902. 72	2425. 68	7489. 75	8951. 70	1. 195	3. 744	» a = 0.40 » q_1 = 0.1716 α_1 = 19°.28'.16"
		5000	»	0. 54	6183. 72	3065. 93	8334. 84	10378. 23	1. 245	3. 086	» a = 0.54 » q_1 = 0.1635 α_1 = 18°.34'.15"
		2000	3ª	0. 12	2340. 38	1145. 09	4835. —	5371. 65	1. 111	3. 058	
		3000	»	0. 26	3621. 62	1785. 40	6372. 63	7329. 80	1. 150	4. 902	
		4000	»	»	4621. 62	2285. 40	8157. 29	9375. 52	1. 149	6. 274	
		5000	»	»	5621. 62	2785. 40	9991. 94	11421. 23	»	7. 647	
3. —	3. 90	500	4ª	0. 12	1335. —	916. 87	2722. 58	3032. 27	1. 114	4. 537	Per qualunque spessore del volto sarà
		1000	»	0. 26	2506. 95	1795. 10	4724. 38	5348. 30	1. 132	3. 634	p = p_1 = 1.50 q = 0.30 α_1 = 22°.37'.12"
		2000	»	0. 40	4428. 75	3235 78	7642. 98	8833. 40	1. 156	3. 821	e per a = 0.12 sarà q_1 = 0.2903 α_1 = 21°.54'.32"
		3000	»	0. 54	6350. 40	4676. 40	10013. —	11856 96	1. 184	3. 708	» a = 0.26 » q_1 = 0.2799 α_1 = 21°.8'. 8"
		4000	»	0. 67	8241. 67	6094 37	11993. 66	14656. 10	1. 222	3. 580	» a = 0.40 » q_1 = 0 2701 α_1 = 20°.24'.58"
		5000	»	»	9741. 67	7219. 37	14207. 65	17029. 50	1. 199	4. 240	» a = 0.54 » q_1 = 0.2611 α_1 = 19°.14'.43"
		1000	3ª	0. 12	2085. —	1479. 37	4392. 88	4862. 57	1. 107	7. 321	» a = 0.67 » q_1 = 0.2544 α_1 = 19°.12'.26"
		2000	»	0. 26	4006. 95	2920. 10	7685. 17	8667. 03	1. 127	5. 911	
		3000	»	»	5506. 95	4045. 10	10645. 95	11985. 93	1. 126	8. 189	
		4000	»	0. 40	7428. 75	5485. 78	12957. 52	14935. 98	1. 153	6. 478	
		5000	»	»	8928. 75	6610. 78	15614. 80	17987. 33	1. 152	7. 807	
4. —	5. 20	500	4ª	0. 26	2441. 88	2240. 94	4670. 25	5270. 10	1. 128	3. 592	Per qualunque spessore del volto sarà
		1000	»	0. 40	4004. 40	3802. 20	7268. 60	8298. 60	1. 142	3. 634	p = p_1 = 2.— q = 0.40 α_1 = 22°.57'.12"
		2000	»	0. 54	6566. 80	6363. 40	11231. 50	13010. 37	1. 158	4·160	e per a = 0.12 sarà q_1 = 0 3903 α_1 = 22°.4'. 57"
		3000	»	0. 67	9088. 90	8884. 45	14635. 05	17227. 70	1. 177	4. 368	» a = 0 26 » q_1 = 0.3795 α_1 = 21°.29'.15"
		500	3ª	0. 12	1879. 20	1679. 60	3845. 53	4280. 13	1. 113	6. 409	» a = 0.40 » q_1 = 0.3693 α_1 = 20°.55'.29"
		1000	»	0. 26	3441. 88	3240. 94	6754. 30	7580 70	1. 122	5. 196	» a = 0.54 » q_1 = 0.3597 α_1 = 20°.23' 29"
		2000	»	»	5441. 88	5240. 94	10922. 42	12203. 03	1. 117	8 402	» a = 0.67 » q_1 = 0 3512 α_1 = 19°.55' 14"
		3000	»	0. 40	8004 40	7802. 20	14915 30	16926. 40	1. 135	7. 457	
		4000	»	0. 54	10566. 80	10363. 40	18291. 60	21124. 40	1. 155	6. 774	
		5000	»	»	12566 80	12363. 40	21821. 60	25181. 50	1. 154	8 082	
5. —	6. 50	500	4ª	0. 40	3879. 67	4456. 04	7153. 33	8137. 70	1. 138	3. 576	*Per qualunque* spessore del volto sarà
		1000	»	0. 54	5832. 75	6895. 47	10349. 40	11879. 90	1. 148	3. 833	p = p_1 = 2.50 q = 0·50 α_1 = 22°.37'.12"
		2000	»	0. 67	8985. 50	10834. 70	15332. 10	17771. 10	1. 159	4·576	e per a = 0.12 sarà q_1 = 0.4902 α_1 = 22°·11'.16-'
		500	3ª	0. 12	2473 —	2701. 87	5033. 93	5608. 50	1. 114	8. 390	» a = 0.26 » q_1 = 0.4793 α_1 = 21°.42'.17"
		1000	»	0. 26	4425. 41	5140. 87	8867. 14	9910. 12	1. 118	6·821	» a = 0.40 » q_1 = 0.4688 α_1 = 21°.14'.34"
		2000	»	0. 40	7629. 67	9143. 54	14678. 20	16542. 70	1. 127	7. 339	» a = 0.54 » q_1 = 0.4578 α_1 = 21°.48'.1"
		3000	»	0. 54	10832. 75	13145. 47	19730. 04	22508. 30	1. 141	7. 307	» a = 0.67 » q_1 = 0.450 α_1 = 20°.24'.23"
		4000	»	»	13332. 75	16270. 47	24420. 35	27822. 94	1. 139	9. 044	
		5000	»	0. 67	26485. 50	20209. 70	28598. 60	33009. 90	1. 154	8. 536	
6. —	7. 80	500	4ª	0. 40	4804. 50	6528. 37	9031. 65	10230. 05	1. 133	4. 515	Per qualunque spessore del volto sarà
		1000	»	0. 67	7931. 70	11213. 80	13906. 60	16009. 50	1. 151	4 150	p = p_1 = 3.— q = 0.60 α = 22°.37'.12"
		500	3ª	0. 26	3960. 60	526 5 45	7746. 73	8700. 40	1. 123	3. 959	e per a = 0.26 sarà q_1 = 0.5791 α_1 = 21°.51'.7"
		1000	»	»	5460. 60	7515. 45	11057. 01	12331. 90	1. 115	8. 505	» a = 0.40 » q_1 = 0.5685 α_1 = 21°.27 36"
		2000	»	0. 40	9304. 50	13278 37	18369. 90	20591. 90	1. 121	9. 184	» a = 0.54 » q_1 = 0.5583 α_1 = 21°.4'.'.57"
		3000	»	0. 54	13148. 40	19041. 30	24854. 80	28118. 40	1. 131	9. 205	» a = 0.67 » q_1 = 0.5491 α_1 = 20°.44'.38"
		4000	»	0. 67	16931. 70	24713. 80	30648. 30	35014. 30	1. 142	9. 148	» a = 0.80 » q_1 = 0.5402 α_1 = 20°.24'.58"
		5000	»	0. 80	20715. —	30386. 30	35886. 40	41436. 05	1. 155	8. 971	
7. —	9. 10	500	4ª	0. 67	7677. 60	12352. 90	13632. 03	15645. 40	1. 148	4. 070	Per qualunque spessore del volto sarà
		500	3ª	0. 26	4794. 30	7317. 89	9385. 92	10539. 50	1. 123	7. 220	p = p_1 = 3.50 q = 0.70 α = 22°.37'.12
		1000	»	0. 40	7528. 95	12100. 32	14706. 90	16522. 04	»	7. 353	e per a = 0.26 sarà q_1 = 0 679 α_1 = 21°.57'.30"
		2000	»	0. 54	12013. 40	19944. 20	23032. 06	25976. 90	1. 128	8. 530	» a = 0.40 » q_1 = 0.6783 α_1 = 21°.37'.6"
		3000	»	0. 67	16427. 60	27665. 40	30530. 20	34669. 24	1. 136	9. 112	» a = 0.54 » q_1 = 0.6578 α_1 = 21° 17'.20"
		4000	»	9. 94	21825. 64	37104. 90	37482. 30	43163. 60	1. 152	7. 975	» a = 0.67 » q_1 = 0.6485 α_1 = 20°.59'.31"
		4000	2ª	0. 54	19013 40	32194. 20	37178. 60	41758. 40	1. 123	13. 770	» a = 0.80 » q_1 = 0.6393 α_1 = 20°.42'.13"
		5000	»	»	22513. 40	38219. 20	44251. 90	49649 60	1. 122	16. 389	» a = 0.94 » q = 0.6298 α_1 = 20°.24'.7"
8. —	10.40	500	4ª	0. 94	11142. 40	20662. 40	18962. 15	21993. 50	1. 160	4. 034	Per qualunque spessore del volto sarà
		500	3ª	0. 40	6803. 08	12003. 08	13009. 12	14680. 60	1. 128	6. 504	p = p_1 = 4.— q = 0.80 α = 22°.37'.12"
		1000	»	»	8803. 08	16003. 08	17344. 40	19450. 50	1. 121	8. 672	e per a = 0.26 sarà q_1 = 0.768 α_1 = 21°.44'.18"
		2000	»	0. 67	14973. —	28333. —	28164. 02	31896. 80	1. 133	8. 407	» a = 0 40 » q_1 = 0.758 α_1 = 21°.26'.47"
		3000	»	0. 94	21142. 40	40662. 40	37316. 40	42889. 50	1. 149	7. 939	» a = 0.54 » q_1 = 0.748 α_1 = 21°.10'.56"
		4000	»	1. 07	26186. 30	50746. —	44908. 70	51985. 90	1. 157	8. 394	» a = 0.67 » q_1 = 0.739 α_1 = 20°.55'.29"
		3000	2ª	0. 54	17928. —	34248. —	35453. 40	39728. 55	1. 121	13. 131	» a = 0.80 » q_1 = 0.729 α_1 = 20°.39'.16"
		4000	»	»	21928. —	41248. —	43735. —	48924. 30	1. 119	16. 193	» a = 0.67 » q_1 = 0.720 α_1 = 20°.24'.36"
9. —	11.70	500	3ª	0. 40	7876. 80	15442. 60	15100. 40	17031. 30	1. 128	7. 550	Per qualunque spessore del volto sarà
		1000	»	0. 54	11392. 20	22346. 20	21900, 80	24686. 60	1. 127	8. 111	p = p_1 = 4.50 q = 0.90 α = 22°.37'.12"
		2000	»	0 80	18243. 40	38748. 88	33812. 30	38419. 90	1. 136	8. 453	e per a = 0.40 sarà q_1 = 0.868 α_1 = 21°.49'.58"
		3000	»	1. 07	25183. 80	54353. 02	44201. 40	50872. 30	1. 151	8. 262	» a = 0.54 » q_1 = 0.858 α_1 = 21°.34'.14"
		3000	2	0. 54	20392 20	43596. 20	40897. —	45699. 10	1. 117	15. 147	» a = 0.67 » q_1 = 0.848 α_1 = 21°.19'.58"
		4000	»	0. 67	26067. 60	56359. 80	50958. 20	57238. 60	1. 123	15. 211	» a = 0.80 » q_1 = 0.838 α_1 = 21°.6' 0"
											» a = 0.94 » q_1 = 0.828 α_1 = 20°.51'.20"
											» a = 1.07 » q_1 = 0.819 α_1 = 20°.38' 0"
10.—	13.—	500	»ª	0. 40	8999. 85	19374 .80	17257. 80	19463. 60	1. 128	8. 628	Per qualunque spessore del volto sarà
		1000	»	0. 67	14213. —	32391 .20	26865. 85	30393. 80	1 131	8. 019	p = p_1 = 5.-- q = 1.— α = 22°.37'.12"
		2000	»	0. 94	21925. 25	51656 .30	40074. 70	45680. 40	1 139	8. 526	e per a = 0.40 sarà q_1 = 0.968 α_1 = 21°.54'.32"
		3000	»	1. 20	29535. 80	70669 .80	51583. 80	59441. 10	1. 152	8. 597	» a = 0.54 » q_1 = 0.957 α_1 = 21°.40'.15"
		3000	2ª	0. 67	24213. —	57391 .20	47601. 30	53405. 50	1. 122	14. 208	» a = 0 67 » q_1 = 0.947 α_1 = 21°.27'.16"
		4000	»	»	29213. —	69891 .20	57969. —	64913. 80	1. 120	17. 304	» a = 0.80 » q_1 = 0.937 α_1 = 21°.14' 34"
											» a = 0.94 » q_1 = 0.927 α_1 = 21°.1'. 9"
											» a = 1 20 » q_1 = 0.910 α_1 = 20°.38'.0"
12.—	15.60	1000	3ª	0. 94	20905. 50	57277. 80	38467. 30	43780. 80	1. 138	8. 183	Per qualunque spessore del volto sarà
		2000	»	1. 20	30039. 60	84659. 40	53946. 10	61745. 90	1. 145	8. 991	p = p_1 = 6.— q = 1.20 α = 21 .37'.12"
		3000	2ª	0. 80	31218. —	88227. —	61028. 60	68549. 70	1. 123	15. 257	e per a = 0.80 sarà q_1 = 1.137 α_1 = 21°.27'.36"
		4000	»	»	37218. —	106227. —	73479. 60	82367. 50	1. 121	18·369	» a = 0.94 » q_1 = 1 127 α_1 = 21°.16'.10"
											» a = 1.20 » q_1 = 1.108 α_1 = 20°.55'.29"
15.—	19.50	1000	2ª	0. 67	23180. 30	76369. 30	44782. 60	50426. 10	1. 126	13. 368	Per qualunque spessore del volto sarà
		2000	»	0. 80	32639. 50	111822. 79	64070. 30	71905. 10	1. 122	16. 017	p = p_1 = 7.50 q = 1.50 α = 22 37'.12"
		3000	»	0. 94	42248. 90	147841. 70	82654, 70	92825. 02	1. 123	17. 586	e per a = 0.67 sarà q_1 = 1·446 α_1 = 21°.40'.45"
		4000	»	1. 07	51708. —	183296 20	100235. 07	113786. 30	1. 125	18. 736	» a = 0.80 » q_1 = 0 436 α_1 = 21° 40'.56-'
											» a = 0.94 » q_1 = 1.526 α_1 = 21°.31'.35"
											» a = 1.07 » q_1 = 1.416 α_1 = 21°.23'.0"

OSSERVAZIONE. — Quando colle volte a sesto ribassato di 1/10 si debba o si voglia superare la luce di m. 10 converrà dare alle volte uno spessore crescente dalla chiave alla radiale sul punto di rottura, e cioè precisamente che il rapporto tra questi due spessori stia come 1 a 1. 15: perchè risulta dalla nostra tabella che la spinta massima in chiave sta alla spinta massima sulla verticale al punto di rottura come 1 a 1. 14 circa. Abbiamo perciò calcolato per le volte a sesto ribassato di 1/10 una speciale tabella coi materiali delle classi 3. e 2. per cui, i raggi d'intradosso e d'estradosso avendo centri diversi situati però sulla stessa verticale si raggiunge lo spessore gradualmente crescente dal giunto di chiave a quello di rottura nella misura sopra indicata.

elevato. Ma le prove vennerò condotte a pressioni medie eccezionalmente basse:

$$\frac{27}{6,18} = 4,4 \text{ Cg. cmq.}$$

$$\frac{27}{7,65} = 3,5 \text{ Cg. cmq.}$$

Il rendimento meccanico è buonissimo riuscirebbe certamente dell'87 od 88 per cento quando le macchine lavorassero a circa 6 Cg. cmq.

I costruttori Crossley preparano i loro motori così da tener piuttosto basse le compressioni iniziali (e quindi il valore di p_m); di più non spingono mai le loro macchine a così alte velocità angolari come quelle che si notano nei motori della maggior parte delle altre ditte, e la lavorazione è perfetta. Da quì ne vengono la bontà del rendimento meccanico e dello stato di conservazione in cui si trovano quasi tutti i motori Crossley dopo tanti anni di funzionamento. È savia la pratica di dar la preferenza alle costruzioni di questo genere anzichè a quelle di macchine che possono dare al collaudo il 28 o 29 per cento di rendimento totale e che dopo due o tre anni di funzionamento hanno gli organi ridotti a così mal partito da abbassare il rendimento sotto il 17 % e perfino sotto il 15 %!

Su questo ordine di idee potremo ritornare.

(Continua).

Ing. Ottorino Pomini.

(Continuazione vedi pag. 626 del Vol. LV).

II. — DENTATRICE DELLA " THE GLEASON WORKS "

SENZA SAGOMA — ROCHESTER N. Y., U. S. A.

(Tav. 5).

Il Gleason, dopo aver portato quasi alla perfezione la sua bellissima dentatrice conica a tre sagome (1), ben nota ed apprezzata nel mondo industriale, ha ora studiata una nuova dentatrice, diversissima dalla prima, che agisce senza alcuna sagoma.

È però notevole il fatto che fra l'una e l'altra egli ha ideato e costrutto nel 1903 un tipo intermedio, che si potrebbe dire di transizione, alquanto strano nel suo modo di agire (2); in esso, pur conservando la forma caratteristica del primo tipo, il Gleason ha voluto introdurre il principio della lavorazione per inviluppo facendo lavorare i coltelli non più colla punta, ma col fianco rettilineo. La disposizione strana però sta in questo, che il movimento inviluppatore è dato al coltello per mezzo di una sagoma, talchè ne risulta una macchina mista a sagoma e ad inviluppo: è una disposizione non logica, che non poteva essere vitale, e di fatti il suo inventore la ha ben tosto sostituita col tipo che ora descriveremo, che non ha più alcuna sagoma ma agisce solo per inviluppo; attuando, come nella Bilgram e nella Monneret, il principio di azione spiegato nella prima parte di questo scritto (pag. 636 del Vol. LV).

Ma le disposizioni cinematiche adottate in questa macchina sono così nuove, semplici e razionali, che costituiscono forse la soluzione più pratica e geniale che si sia dato finora, e che forse si possa dare, al problema. Perciò crediamo non sia senza interesse, fare una sommaria descrizione della macchina stessa, modello 1905, desumendone

(1) RICHARD. — *Machines outils.* Tome II. pag. 210 e seg. Paris. Baudry. 1896.
(2) *Revue de Mécanique.* — Marzo 1904, pag. 265.

i disegni da un esemplare che funziona in una delle più importanti fabbriche di automobili in Torino.

Avvertiamo subito che i disegni non sono nè in iscala nè costruttivi, ma semplicemente schematici e dimostrativi.

E non solo si sono alterate ad arte le proporzioni, allo scopo di far vedere le parti piccole e di non occupare troppo spazio colle grandi; ma spesso si è cambiata addirittura la forma di alcuni organi, conservandone però inalterato il principio di azione, e questo allo scopo di far vedere con una figura sola, ciò che altrimenti sarebbe rimasto invisibile, o di farne meglio comprendere il modo di funzionare. Insomma sono figure puramente schematiche; ed è per questo che a dare una giusta idea dell'insieme di questa elegante macchina ne riproduciamo due viste fotografiche prese da due punti di vista diversi (fig. 7 e 8).

Disposizione schematica della dentatrice Gleason senza sagoma. — Questa macchina appartiene al tipo B *b''* G della classificazione fatta nella prima parte a pag. 629; cioè senza sagoma, con utensile profilato, con divisore intermittente; ed attua il principio dell'inviluppo tenendo fissi gli assi di rotazione e facendo muovere tanto l'utensile che la ruota. Essa ultima un dente per volta, profilandone entrambi i fianchi con due utensili.

La sua disposizione schematica è quale appare dalla (Tav. 5, (II), fig. 1) La ruota da tagliare R si assicura sull'asse R*r* portato dalla slitta X, spostando opportunamente la quale si può quindi disporre esattamente la ruota col suo vertice nel punto principale V della macchina. L'utensile S poi è dotato, pel lavoro, del solito movimento di va e vieni lungo il braccio B; e per la alimentazione di un movimento sferico attorno al vertice V, il quale si ottiene componendo due semplici movimenti di rotazione attorno a due assi, uno *g*V*g* orizzontale e l'altro 32 (fig. 12) verticale, passanti entrambi pel punto V. Tutto ciò è affatto analogo a quanto si è descritto nella prima parte, per le macchine a sagoma (Tav. 38 (I) del Vol. LV fig. 2). Se non che vi ha una differenza sostanziale fra l'una e l'altra; nella macchina a sagoma, la ruota R sta ferma ed il braccio B, durante il lavoro, si muove realmente di moto sferico; per contro in questa macchina ad inviluppo, anzitutto la ruota gira durante la profilatura del dente, inoltre il braccio B non si muove di moto sferico durante il lavoro, ma semplicemente di moto rotatorio attorno ad uno dei due assi predetti; e precisamente ruota attorno all'asse verticale 32 (fig. 12) per sbozzare i denti, ed ancora, nella seconda fase della operazione,

per portarsi nella posizione di lavoro: ma poi, durante la profilatura, non fa che rotare attorno all' asse g V g, che è l' asse della ruota piano-conica ideale G (Tav. 38 (I.) fig. 9) il quale durante la profilatura, deve restare immobile.

Ma la disposizione nuova e caratteristica di questa macchina, la vera trovata del Gleason, sta nel modo col quale egli imprime alla ruota R e all'utensile B S i voluti movimenti di rotazione. Si è visto come tra le velocità angolari di questi due organi, debba intercedere la relazione (1) (pag. 640 del Vol. LV).

$$\omega_s = \omega_r \operatorname{sen} \alpha \, ;$$

e si è visto quale meccanismo ingegnoso, ma complesso, abbia ideato il Monneret per potere soddisfare tale relazione, qualunque sia il valore dell' angolo α. Orbene il Gleason, per ottenere il movimento equabile delle due ruote, non si preoccupa di conservare la voluta relazione fra le velocità angolari, bensì si propone di imprimere ad una delle coppie di punti di contatto della ruota da tagliare R e della ruota, piano-conica ideale G (Tav. 38 (I.) fig. 9-10), che si toccano secondo una generatrice Vp, la stessa velocità periferica. Per ottenere ciò egli afferra materialmente tali due ruote pel punto di contatto delle loro corone e fa muovere questo punto a destra e a sinistra di quantità eguali e per archi di sufficiente ampiezza.

In pratica le cose sono disposte come nella (Tav. 5 (II), fig. 1) La macchina è abbracciata da un robusto arcone semicircolare N, che ha il suo centro nel punto principale V ed è girevole attorno all'asse orizzontale n V r della ruota R. L' arcone abbraccia col suo doppio mozzo M M' l' albero 35, che porta la ruota R e gli è collegato con scanalatura e bietta; inoltre esso presenta, lungo la faccia interna una profonda scanalatura semicircolare d, nella quale penetra il perno cilindrico D che termina il braccio B. Il tutto è disposto in guisa che B possa rotare liberamente attorno a V, formando con Vr un angolo α qualsiasi, e restando pur sempre in presa coll' arcone N.

Natura dei movimenti della ruota R e dell'utensile S. — Con questa ingegnosa disposizione, che ha il grande pregio di essere molto più semplice di quelle ideate finora, ed in pari tempo molto pratica: basta collocare il braccio B sull'angolo α voluto, ed il bottone D sulla gradazione corrispondente, perchè, facendo poi rotare l' ancone N in alto e in basso con ampiezza conveniente, si otten-

gano i necessari movimenti relativi di S e di R, qualunque sia il valore di α. Invero la ruota R gira attorno al suo asse n R r colla stessa velocità angolare di N; e contemporaneamente il braccio B D ruota attorno al suo asse g V g trascinato dall'arcone N, che lo afferra nel punto D. E noi possiamo considerare questo punto D, come il punto di contatto appartenente contemporaneamente alle due ruote di raggi D V e D E; lo stesso possiamo dire del punto S per rispetto alla ruota R, ed alla ruota ideale piano-conica S V in presa fra loro. In tale ipotesi, movendosi le due ruote colla stessa velocità periferica, che è quella del punto comune S, si otterrà necessariamente la trasmissione equabile del moto, qualunque sia l'angolo α.

In realtà però le cose si passano alquanto diversamente. Anzitutto l'angolo S V R non si fa $= \alpha$, semiangolo al vertice del cono primitivo di R, bensì si fa S V R $= \alpha_1$ semiangolo al vertice del cono al fondo del dente, e ciò per evitare che il dente risulti troppo alto e debole presso la base minore della ruota; il che si deve fare, come già accennammo, per tutte le macchine ad inviluppo (pag. 642).

In secondo luogo, ciò che si è detto sopra si verifica con esattezza soltanto per un brevissimo istante, mentre l'arcone si trova nella posizione della (Tav. 5 (II), fig. 1, 12, 18), cioè quando lo strumento si trova nel piano degli assi g V r delle due ruote. Ma non appena esso si allontana da questa posizione in Nd, Nb (fig. 18), non si verificano più le condizioni sovra esposte. E di vero se l'arcone N ruota con moto uniforme, il braccio B roterà attorno a g V g, con moto variabile; da prima, per 90°, accelerato e pei successivi 90° sarebbe ritardato. Il punto D di contatto fra bocciolo e arcone, invece di rimanere invariabile, si sposta lungo l'arcone stesso, tantochè dopo 180° il bocciolo D si troverebbe in D', nella posizione diametralmente opposta a D.

Naturalmente nel funzionamento della macchina l'arcone N descrive rotazioni di così piccola ampiezza, sopra e sotto alla posizione orizzontale Nd Nb (fig. 18) che l'accelerazione nel moto dello strumento è una piccolissima cosa, ed il bocciolo D scorre lungo l'arcone allontanandosi dalla sua posizione iniziale soltanto di $4 \div 10$ mm. a seconda del valore dell'angolo α; che anzi per $\alpha_1 = 0^0$ ed $\alpha_1 = 90^0$ il bocciolo D starebbe fermo, e la trasmissione di movimento sarebbe esatta. Tuttavia il valente costruttore non ha trascurato questa leggera accelerazione che, pei valori più comuni di α, si verifica nella rotazione dello strumento S per rispetto alla rotazione della ruota: la quale differenza avrebbe per effetto di dare al dente un profilo tale che, in luogo di generare un movimento equabile nella ruota condotta, tenderebbe a riprodurre in essa il movimento variabile dell'utensile S.

Sarebbe una inesattezza di ben poca importanza, ma il Gleason ha saputo correggerla colla seguente ingegnosa disposizione.

Siccome il movimento di S risulta alquanto accelerato egli ha accelerato di altrettanto il movimento della ruota R, ed ecco in qual modo.

Apparecchio di correzione del movimento della ruota R. — L'arcone N non comanda l'albero 35 direttamente, per mezzo del proprio mozzo M, bensì lo comanda coll'intermezzo di due grossi mozzi M M' (Tav. 5 (II), fig. 1, 2, 3), il primo dei quali M fa corpo con N ed è investito follemente sul secondo M'; questo poi è collegato a 35 con scanalatura a bietta. Tali due mozzi si comandano l'un l'altro nel seguente modo, ognuno di essi porta un braccio terminato con uno speciale settore dentato 36, 37. Il settore 37, solidale con M M', è un'arco con fina dentatura che imbocca colla dentiera 39; l'altro invece fisso ad M, è formato da un solo e robusto dente 36 in presa con due mezzi denti 38 (fig. 2). Ora 38 e 39 formano un sol pezzo colla piastra 69 scorrevole entro la scatola di sostegno 42.

In tal modo l'arcone N fa muovere la ruota R non direttamente, ma per mezzo degli organi M . 36 . 38 . 39 . 37 . M 35 —

Se il grosso dente 36 avesse un esatto profilo di sviluppante, si otterrebbe nella ruota R un moto equabile; ma ad arte il Gleason dà al grosso dente 36 una forma alquanto diversa dalla sviluppante, in guisa da ottenere nella ruota R non un moto equabile, ma un moto leggermente accelerato. E di vero quando la macchina funziona, osservando attentamente i due mozzi; si scorge che M' anticipa alquanto il suo movimento sopra M; lo spostamento relativo superficiale toccherà appena 1 mm.; è una cosa che, se non si fa molta attenzione, non si scorge nemmeno; ma basta questo per assecondare la piccolissima accelerazione dell'utensile ed ottenere con approssimazione, più che sufficiente per la pratica, che la ruota R e lo strumento S girino con eguale velocità periferica, durante il periodo della profilatura del dente; e questa è condizione necessaria e sufficente per ottenere un profilo esatto.

Come procede la macchina nel suo lavoro. — La macchina, che è completamente automatica, eseguisce il lavoro in due fasi. Nella prima sbozza il dente, nella seconda lo profila; talvolta si fa seguire a queste due, una terza fase di rifinimento, ma ciò avviene di rado. La macchina è doppia, cioè è provveduta di due strumenti, i quali la-

vorano contemporaneamente i due fianchi dello stesso dente. Gli utensili abbozzatori e finitori hanno pressochè la stessa forma; se non che gli abbozzatori tagliano su entrambi i lati; i finitori su un lato solo.

Nel lavoro si termina un dente per volta, talchè la macchina è dotata di divisore intermittente.

Lavoro di sgrossamento. — I^a. fase. — (Tav. 5 (II), fig. 5, 6). Consiste nel praticare un largo solco trapezoidale 3, 4, 15, 16 fra un dente e l'altro, in guisa da ridurre al minimo il lavoro più delicato degli strumenti profilatori.

Si adoperano per tale scopo due strumenti uno destro e uno sinistro $S_0 S'_0$ accoppiati convenientemente e collo spigolo di taglio 1, 2; 3, 4 rettilineo e inclinato sulla normale al gambo dello strumento dell'angolo φ ($= 15^0 \div 22^0$) eguale all'angolo di inclinazione della retta n T, generatrice della sviluppante, (Tav. 38 (I) fig. 3).

Nella (Tav. 5 (II), fig. 6) solo per chiarezza gli strumenti sbozzatori S_0 si sono segnati dalla parte opposta dei profilatori S. In realtà essi si sostituiscono gli uni agli altri, e si trovano dalla stessa parte.

Nel lavoro di sgrossamento l'arcone N (fig. 1-18) deve star fermo; talchè si immobilizza con un apposito arresto: per contro i bracci B, rotando attorno all' asse verticale V 32 (fig. 12) si allontanano e si avvicinano alla ruota da tagliare R. Sul principio del lavoro, quando si colloca sulla macchina il rocchetto pieno R il braccio B deve essere aperto, cioè deve essersi allontanato dalla ruota R di tanto che gli istrumenti S_0 non tocchino più la ruota, e ne distino di qualche millimetro come è indicato in punteggiata in S_0 (Tavola 5 (II), fig. 6 e 9) - Messa poi in movimento la macchina si hanno nella prima fase i seguenti periodi di lavorazione:

1.° *Periodo.* — I due utensili si mettono in rapido movimento di lavoro, ed in pari tempo, mentre il rocchetto R resta immobile, i bracci B rientrano, cioè si avvicina lentamente alla ruota, in modo che l'utensile S_0 scava nel pieno della ruota R un vano di forma eguale alla sua 2, 1, 13, 14 (fig. 6); e nello stesso mentre l'altro utensile S'_0, che trova il solco già fatto per metà larghezza nella operazione precedente da S_0, lo completa, allargandolo alla forma trapezia 3, 4, 15, 16. L'avanzamento, od entrata degli utensili, si arresta non appena il braccio B ha toccato l'angolo α_1, cioè è arrivato nella posizione della fig. 1 e fig. 6.

2.° *Periodo.* — Fatto ciò gli utensili, col braccio B rapidamente retrocedono e si portano fuori di contatto della ruota in S_0, come in punteggiata (fig. 6).

3°. *Periodo.* — In tale istante entra in azione il divisore intermittente, che fa girare la ruota di un passo e presenta un nuovo dente all'azione degli utensili. La ruota R si immobilizza in tale nuova posizione, mentre gli strumenti, avanzando di nuovo, scavano un altro solco, e così di seguito.

Lavoro di profilatura. — II.ª Fase. — Colla operazione di sbozzamento si sono incavati tanti solchi piramidali di sezione trapezia 3, 4, 15, 16 meno profondi e meno larghi del vano definitivo, ed aventi le facce laterali piane. Volendo ora profilare il dente, bisogna registrare diversamente gli utensili: avvicinarli uno all'altro ed aumentarne l'aggetto, come in S S_1; in guisa che, rientrando il braccio B sino a formare l'angolo α_1, (fig. 1) gli istrumenti S S_1, vengano ad assumere la posizione indicata nella fig 6 (I.ª), cioè riescano tangenti in *m*, ed *n* alle curve laterali del dente che si lavora, e la loro punta si spinga sino al fondo del dente stesso.

Se ci limitassimo a ripetere i tre movimenti descritti sopra se ne otterrebbe un dente a fianchi piani, con sezione trapezia 5, 6, 7, 8.

Per ottenere il profilo di sviluppante bisogna imprimere la opportuna rotazione alla ruota R ed all'utensile S. Perciò i movimenti da fare, durante la profilatura sono i seguenti:

1.° *Periodo.* — *Entrata degli utensili sino al fondo del dente.* — Questa entrata si compie, come nella sbozzatura, mentre l'arcone N sta fermo nella posizione mediana ed orizzontale. In tal caso però è tolto via il sostegno che lo immobilizzava durante la sbozzatura, perchè deve seguire subito il

2.° *Periodo.* — *Rotazione dell'arcone N verso il basso.* — Appena gli strumenti sono entrati, cioe sono giunti nella posizione S S' (fig. 6) l'arcone N si abbassa in N *b* (fig 1 e 18), e fa rotare il rocchetto R attorno al suo asse ψ (fig. 6) e i due strumenti S S_1 attorno alla retta *s t* (fig. 5) asse della ruota ideale piano-conica. Si noti che questi due assi lungi dall'essere paralleli, come parrebbe dalla fig. 6, formano fra loro un angolo, $tsr = 90 - \alpha$ come nella fig. 5; perciò la fig. 6 è, per questo rispetto, puramente schematica.

Mentre gli istrumenti si abbassano da S S' (I.ª), in S' S_1' (II.ª) il dente D_0 che è in lavorazione ed è abbracciato dai due utensili, abbassa esso pure da D_0 in D'. In tale movimento ne avviene che S'

lavora e profila colla sua punta la base *m* 9 del dente: laddove l'utensile compagno S'_1 sagoma la punta *n* 11 del fianco opposto dello stesso dente, portando via, sotto forma di truccioli, il metallo dei triangoli mistilinei *m* 5, 9; *n* 7, 11,

Quindi l'arcone N si risolleva sino alla posizione I.ª orizzontale di partenza $S\ S_1$.

3.° *Periodo. — Rotazione dell' arcone N verso l' alto.* — L'arcone senza arrestarsi, prosegue il suo movimento verso l'alto, oltrepassando il piano orizzontale di tanto di quanto se ne era abbassato, sino a portare gli utensili in $S''\ S_1''$, e in pari tempo il dente che si lavora sale da D_0 in D'' (III,ª). In questo movimento l'utensile S'' profila la punta *m* 10 del dente, mentre l'altro utensile S_1'' profila la base *n* 12 del fianco opposto dello stesso dente. Fatto ciò l'arcone ritorna nella posizione orizzontale S S' e si arresta. Il dente D_0 è completamente profilato, secondo le evolventi 9 *m* 10 11, *n* 12.

4.° *Periodo. — Uscita degli strumenti.* — Mentre l'arcone N sta fermo, nella sua posizione orizzontale, gli strumenti S col braccio B *escono*, cioè si allontanano rapidamente dalla ruota R, sino a non toccarla più, e si arrestano alquanto in questa posizione.

5.° *Periodo. — Azione del divisore.* — In questo istante entra in azione il divisore, che prestamente fa girare la ruota R di un passo, e presenta al lavoro degli strumenti un nuovo dente. Quindi si ricomincia da capo la stessa serie di movimenti.

Disposizione cinematica della macchina. — Questa bella macchina è rappresentata nel suo complesso nelle figure 7 e 8 che ne riproducono due fotografie. Su di esse è agevole riconoscere la forma, le proporzioni e la posizione relativa dei principali organi cui andremo accennando nella descrizione che stiamo per fare; ed è pure facile riscontrarvi i caratteri di stabilità e di robustezza che possiedono tutte le dentatrici del Gleason, e che sono uno dei caratteri più importanti per una macchina destinata ad una forte produzione industriale.

Le principali e più importanti disposizioni cinematiche risultano più chiaramente dalle figure schematiche della (Tav. 5, (II) e specialmente dalle fig. 9 e 12 che ci fanno vedere una pianta complessiva, ed una elevazione della macchina, toltone alcune parti, e dalle altre figure che si riferiscono ai particolari più notevoli.

Dopo la descrizione schematica testè fatta (fig. 1), sarà agevole riconoscere le parti principali della macchina.

Z è il robusto e caratteristico basamento della Gleason -- Un

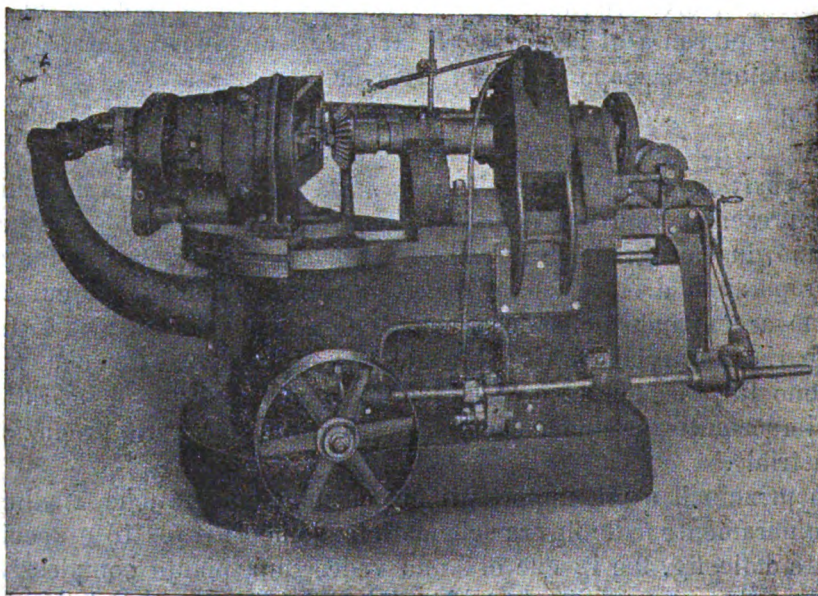
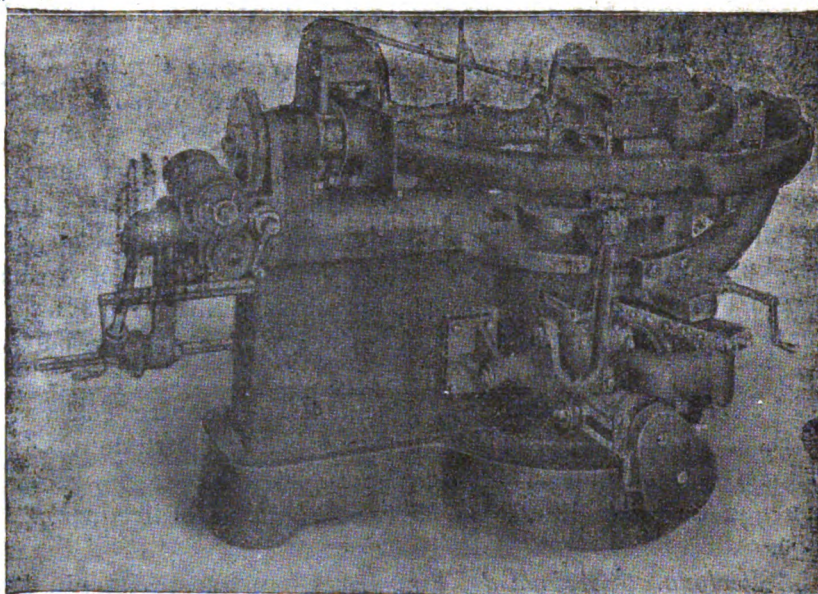



Fig. 7 e 8.

prolungamento di esso sostiene la slitta X, coll'albero 35, che porta la ruota R e il divisore G.

W è la piattaforma semicircolare che posa in pieno sopra Z; essa è girevole attorno all'asse verticale V 32 e sostiene i bracci B B[1] dei porta utensili P S. — Questa piattaforma si orienta di posizione per mezzo della graduazione F G'.

N è l'arcone caratteristico della macchina; girevole in M ed *n*.

G è l'apparecchio divisore con tutte le sue ruote.

13 ÷ 19 il meccanismo per produrre l'entrata e l'uscita degli strumenti S.

24 ÷ 29 il meccanismo che produce l'abbassarsi e il sollevarsi dell'arcone N.

Disposizione dei due porta utensili (Tav. 5 (II), fig. 9, 12, 13). Il porta utensili è composto di parecchie parti, le quali debbono potere rotare tanto assieme, quanto separatamente attorno all'asse *g* V, 75, che è l'asse di rotazione della ruota ideale piano-conica. Tale asse deve avere una posizione invariata per rispetto alla piattaforma W; perciò esso è individuato da un robusto mozzo cavo Y (fig. 9) fuso di un solo pezzo colla piattaforma W. Nell'interno del mozzo Y passa l'alberello 75, e sull'esterno del mozzo sono investite tutte le altre parti del porta utensili.

I due coltelli S S' sono assicurati a due slitte P P' che scorrono lungo i bracci di guida B B'. Tali due bracci sono investiti ognuno con un suo proprio mozzo B_1 B'_1 sopra Y (fig. 9); cosicchè si possono aprire più o meno, in grazia della vite doppia 33 (fig. 12); e così possiamo far fare alle linee di azione V S, V S' degli utensili l'angolo voluto S V S', corrispondente cioè da prima alla grossezza del dente sbozzato e poi del dente finito.

Le due guide B poi sono come contenute coi loro estremi entro un pezzo di ritegno fuso d'un sol corpo e costituito da un mozzo L investito sopra Y (fig. 9) presentante due bracci L' che terminano coi due archi circolari H e K. A tali due archi si fissano saldamente per mezzo di quattro viti 66, (fig. 12) scorrenti entro apposite feritoie, le quattro estremità dei bracci B B', dopo averli aperti al giusto punto. Con tale disposizione i bracci B sono liberi e indipendenti, durante la messa a sito; ma poscia, durante il lavoro; formano con H L' L K un solo tutto saldamente connesso e indeformabile; il quale però può liberamente rotare attorno all'asse 75 del mozzo fisso Y. Tale rotazione si ottiene agendo sul bocciolo D,

che è collegato, per mezzo del pezzo 30, coll'arco K del pezzo H L K, come diremo.

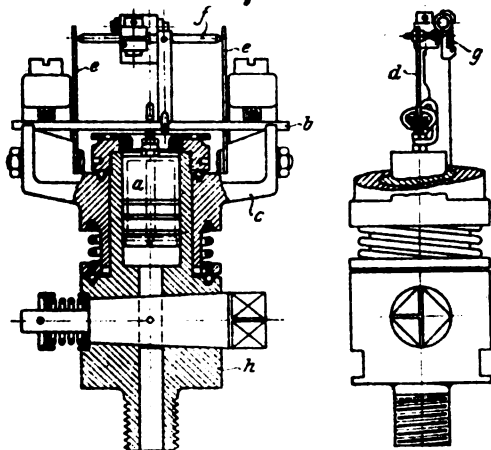
Messa a sito della ruota R. — La ruota R da tagliare, si assicura all'albero pieno 34 (fig. 9) investito entro l'albero cavo 35, sostenuti entrambi dalla slitta X: spostando opportunamente tale slitta, per mezzo di una vite, si porta la ruota R ad avere il suo vertice esattamente nel punto V. Perchè ciò si possa fare l'albero 35 scorre liberamente entro il mozzo M M' dell'arcone N, e così pure la ruota conica 44 del divisore scorre sul suo albero 43; poichè tutto il divisore G è portato dall'albero 35 e ne segue i movimenti.

(Continua).

Ing. Alfredo Galassini.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il nuovo indicatore Hopkinson. — Il nuovo indicatore ottico per motori a gas a grande velocità; rappresentato in sezione e vista nelle figure 1 e 2, differisce dai noti indicatori a raggio luminoso tipo Hospitalier e Carpentier per il fatto fondamentale che le pressioni che si esercitano nell'interno del cilindro del motore non vengono ad agire su una membrana, ma bensì col mezzo di un cilindretto cavo *a* chiuso inferiormente

Fig. 1 e 2

da un disco metallico, contro una laminetta elastica *b* inserita con una certa tensione iniziale nella parte superiore mobile *c* dell' apparecchio.

Le deformazioni di questa molla vengono trasmesse dalla laminetta flessibile *d* ad una asticina (*f*) tenuta in posto da due molle piane *e*. All'asticina è fissato uno specchietto *g*, che oltre a compiere i movimenti determinati dalla molla *b*, subisce un secondo impulso dipendente dalla corsa dello stantuffo del motore in quanto l'incastellatura superiore *c* descrive un movimento di rotazione trasmessogli da un sistema di leve collegato ad un eccentrico calettato sulla manovella del motore.

Il vantaggio che presenta questo nuovo indicatore rispetto all'apparecchio Hospitalier e Carpentier dovrebbe consistere nel fatto che nei diagrammi

ottenuti, tutte le ordinate dipendono da una costante unica per le molle, contrariamente a quanto si verifica nel modello Hospitalier per il quale la costante delle molle nei punti alti del diagramma tenderebbe a diminuire.

Le trasmissioni con nastro d'acciaio. — Una ditta di Berlino ha introdotto da poco tempo una innovazione per le trasmissioni di forza da un albero all'altro sostituendo alle cinghie di cuoio comumi, dei sottili nastri in acciaio, che possono venir montati tanto sulle puleggie comuni a superficie liscia di contatto, sia interponendo uno strato di una sostanza speciale adatta ad aumentare l'attrito.

Come risulta dalla tabella che riportiamo più avanti i nastri in acciaio risultano di larghezza minore di quella necessaria per una cinghia di cuoio corrispondente.

	Diametro della puleggia	Giri al 1'	Velocità periferica m. 1"	Larghezza e spessore del nastro
Macchina a vapore 200-250 HP.	3650/790	150/685	27	100 × 0, 5
Motore a gas a 125 HP. . .	3220/920	186/640	31, 5	100 × 0, 5
Motore a gas a 60 HP.. . .	2800/605	180/840	26, 5	65 × 0, 3
Locomobile da 50-80 HP . .	1100/1180	110/130	8, 2	100 × 0, 6

Così ad esempio un nastro in acciaio della larghezza di 100 mm. è atto a sostituire una cinghia di cuoio di 600 mm. di larghezza.

La trasmissione con nastri in acciaio sembra si presti bene anche quando la distanza tra i due alberi sia molto piccola, tantochè riuscirebbe possibile di installare le puleggie motrici vicine a quelle comandate risparmiando notevolmente in area.

Gli allungamenti dei nastri riesce minimo, e pure molto ridotte sono le deformazioni elastiche che si verificano durante il movimento e che in un impianto ben fatto arrivano solo ad $^1/_{10}$ %.

La larghezza, lo spessore e la lunghezza della trasmissione vengono calcolate caso per caso tenendo conto del rapporto delle puleggie, della forza periferica e della velocità normale di marcia.

BIBLIOGRAFIA

Alimentazione, conservazione e funzionamento delle caldaie marine, dell'Ing. S. A. Wehmeyer. (N. 10 della Raccolta di Memorie e Rassegne tecniche). Un volume 26 × 17, pag. 52. Torino, Società Tipografico-Editrice Nazionale già Roux e Viarengo), 1906. L. 2.

Questo Manuale, che viene ad arricchire la pregevole Raccolta di Memorie e Rassegne tecniche della Società Tipografico-Editrice Nazionale, renderà certo ottimi servigi nella pratica a quanti sono preposti all'azionamento od al controllo delle caldaie a vapore marine. Con molta concisione e con una chiarezza che ne rende la lettura accessibile anche ad un profano, sono qui esposti i diversi inconvenienti e guasti che possono sopravvenire per le impurità dell'acqua di alimentazione, per cause elettrochimiche e via dicendo, nonchè i relativi rimedi e mezzi preventivi; vi si tratta poi, in altrettanti capitoli, dei diversi apparecchi usati per la purificazione delle acque di alimentazione delle caldaie, si danno utili norme per la conservazione delle caldaie inattive, e per le prove idrauliche delle medesime. Infine si esaminano i diversi casi di esplosione delle caldaie, e si suggeriscono i mezzi per impedire il funesto quanto frequente inconveniente delle ebollizioni. Tredici belle illustrazioni rendono più chiara l'esposizione ed istruttiva la lettura.

Ing. M. Panetti. — *Prove dei metalli.* — Volume di 182 pagine con 32 figure nel testo.

La Società Tipografico Editrice Nazionale di Torino ha pubblicato testè nella sua Raccolta di Rassegne e Memorie Tecniche questo trattato che contiene una concisa ed esauriente esposizione sull'argomento delle prove industriali dei Metalli.

In una 1.ª parte l'A. dà una particolareggiata discussione dei vari metodi di prova, enunciando i criteri per condurli razionalmente, quali risultano dagli studi dei più stimati sperimentatori e dalle Norme più accreditate

alle quali hanno condotto i lavori collettivi delle Associazioni nazionali ed internazionali in questi ultimi anni.

Si passano in rivista in altrettanti capitoli le prove a tensione, le prove all'urto sopra saggi interi e sopra barrette intagliate, la prova Brinell, la prova al punzonamento, quelle tecnologiche e di fucinatura, nonchè le prove di corrosione e l'esame micrografico.

Le notizie raccolte su questi argomenti risultano dal coordinamento di due Relazioni, delle quali l'A. era stato incaricato dall'Associazione Italiana per lo studio dei Materiali.

La 2.ª parte riguarda le prove speciali e i limiti di accettazione per i principali prodotti dell'industria metallurgica.

Per ogni categoria di prodotti si mettono a confronto i Capitolati ed i Regolamenti più importanti, dando risalto ai caratteri comuni e discutendo le divergenze fondamentali che essi presentano.

Si tratta quindi in questa 2.ª parte delle condizioni di collaudo del materiale per ponti e fabbricati, di quello per scafi di navi, per caldaie a vapore, per condutture di vapore di gas e d'acqua.

E successivamente: dei pezzi fucinati o fusi in acciaio, delle rotaie, dei cerchioni, delle catene e delle funi metalliche.

Un capitolo apposito riguardo le prove nella ghisa e sui prodotti industriali a cui dà luogo; e in esso sono raccolte parecchie notizie inedite sull'indirizzo attuale di tali prove nella Germania e negli Stati Uniti.

Il volumetto termina con una appendice, la quale contiene in forma succinta le nozioni fondamentali della micrografia e della siderurgia moderna in rapporto colle caratteristiche meccaniche dei metalli.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. Saldini, Gerente.

SULLA TEORIA

E LA CALCOLAZIONE DELLE TURBINE IDRAULICHE

MEMORIA

dell' Ing. C. Malavasi.

(Continuaz. vedi pag. 695).

Turbine a libero efflusso, tipo Girard. — Oltre alle notazioni precedenti, siano:

a_2 spessore della vena uscente dalla ruota,

s_a spessore dello spiraglio o giuoco d'aria fra la vena uscente ed il dorso della paletta successiva,

h_t altezza o dislivello fra il punto di uscita dal distributore ed il punto di entrata della ruota,

h_r altezza o dislivello fra il punto di entrata ed il punto di uscita della ruota,

h_u altezza o dislivello fra il punto di uscita dalla ruota ed il pelo dell'acqua nel canale di scarico,

$H_0 = H - h_u - h_r - h_t$ carico sul punto di uscita dal distributore,

$H_1 = H_0 + h_t$ carico sul punto di entrata nella ruota,

φ coefficiente di correzione della velocità,

ψ coefficiente di contrazione della vena liquida,

$\mu = \varphi\,\psi$ coefficiente di efflusso della portata.

Turbine assiali ad asse verticale. — Si assumano quali valori preliminari approssimati per h_r ed h_t, salvo determinarli colle relazioni che daremo più avanti, come segue:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Per grandi Q} \atop \text{con piccoli H} \Big\} & h_r = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{8}\right)\sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} + (0,06 \div 0,03)\,\text{m} \\ \text{per medii Q} \atop \text{con medii H} \Big\} & h_1 = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{5}\right)\sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} + (0,06 \div 0,03)\,\text{m} \\ \text{per piccoli Q} \atop \text{con grandi H} \Big\} & h_r = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}\right)\sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} + (0,06 \div 0,03)\,\text{m} \end{array}\right\} \quad (35)$$

$$h_s = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{6}\right) h_r,$$

$$h_u = \backsim {}^1/_3\, h_s + (0,01 \div 0,05)\ \mathrm{m};$$

qualora però le condizioni locali del canale di scarico non esigano per h_u un maggior valore.

Si ha quindi:

$$V_0 = \varphi \sqrt{2\, g\, H_0}; \qquad V_1 = \varphi \sqrt{2\, g\, H_1}; \tag{36}$$

$$Q = \psi\, z_0\, a_0\, b_0\, V_0 = \mu\, z_0\, a_0\, b_0 \sqrt{2\, g\, H_0} \tag{37}$$

Normalmente risulta:

$$\varphi = 0,95 \div 0,98,$$
$$\psi = 0,94 \div 1 \quad \text{dai piccoli ai grandi H},$$
$$\mu = 0,90 \div 0,98 \quad \text{»} \quad \text{»}$$

Se le palette direttrici dei condotti del distributore posseggono un prolungamento rettilineo per le turbine assiali, ed un prolungamento secondo un'evolvente per le radiali, si può ritenere:

$$\psi = 0,98 \div 1, \quad \text{ossia} \quad \mu = 0,93 \div 0.98.$$

Determinazione dell' angolo α_0. — Si fissa, secondo i criterii che andiamo ad esporre, la perdita ε_u fra 0,01 e 0,06 fino a 0,08, con che dovendo risultare $V_2 \perp v_2$, si ha:

$$V_2 = \frac{V_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{\lambda} = \frac{\varphi}{\lambda} \operatorname{sen} \alpha_0 \sqrt{2\, g\, H_0} = \sqrt{2\, g\, \varepsilon_u\, H}, \tag{38}$$

si ricava quindi α_0 dalla:

$$\operatorname{sen} \alpha_0 = \frac{\lambda}{\varphi} \sqrt{\varepsilon_u \frac{H}{H_0}}, \tag{39}$$

dove il rapporto λ, che si fissa a priori, ha lo stesso significato che gli abbiamo attribuito trattando delle turbine a reazione, e cioè:

$$\lambda = \frac{z_2\, a_2\, b_2 \operatorname{sen} \alpha_0}{\psi\, z_0\, a_0\, b_0 \operatorname{sen} \beta_2} = \frac{D_2\, b_2\, \tau_0}{\psi\, D_0\, b_0\, \tau_2} = \frac{V_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{V_2}, \tag{40}$$

in cui:

$$\tau_0 = \frac{a_0 + s_0}{a_0}; \qquad \tau_2 = \frac{a_2 + s_2 + s_a}{a_2}.$$

Normalmente si assume $\lambda = 2 \div 2,5$ ed ε_u come segue:

Per grandi Q con piccoli H	$\varepsilon_u = 0,03 \div 0,07$	per la (38) vi corrisp.°	$\alpha_0 = 20° \div 40°$
per medii Q con medii H	$\varepsilon_u = 0,02 \div 0,04$	» »	$\alpha_0 = 16° \div 30°$
per piccoli Q con grandi H	$\varepsilon_n = 0,01 \div 0,03$	» »	$\alpha = 12° \div 25°$

I medii Q sono compresi fra 0,500 e 3 m³.

I medii H sono compresi fra 3 e 12 m.

Onde con grandi Q e piccoli H ottenere esecuzioni di turbine aventi diametri non troppo grandi, e ciò per economia di spesa e di spazio, si assume $\varepsilon_u > 0,04$ fino a 0,08, però a detrimento dell'effetto utile.

Calcolazione della ruota e del distributore. — La velocità relativa w_2 di efflusso dalla ruota si desume dalla:

$$w_2^2 - w_1^2 + v_1^2 - v_2^2 + \zeta\, w^2_m = 2\, g\, h_r\,, \tag{41}$$

dove w_m è la velocità relativa media e ζ il coefficente di resistenza idraulico, che dipende anche dal raggio di curvatura della paletta, e può valutarsi fra 0,06 e 0,10.

Dovendo risultare $V_2 \perp v_2$ e per la (38) si ha:

$$w_2^2 = V_2^2 + v_2^2 = \frac{V_0^2 \operatorname{sen}^2 \alpha_0}{\lambda^2} + v_2^2,$$

quindi avuto riguardo alla (41):

$$w_1^2 = \frac{V_0^2 \operatorname{sen}^2 \alpha_0}{\lambda^2} + v_1^3 - 2\, g\, h_r + \zeta\, w^2_m\,,$$

e per la (1) e la (36), ed essendo $\alpha_0 = \alpha_1$, si ha la velocità v_1 pel massimo effetto:

$$v_1 = \frac{V_1}{2 \cos \alpha_0} \left\{ 1 - \frac{H_0}{H_1}\; \frac{\operatorname{sen}^2 \alpha_0}{\lambda^2} + \frac{2\, g\, h_r - \zeta\, w^2_m}{\varphi^2\, 2 g\, H_1} \right\};$$

poniamo:

$$v_1 = K\, \frac{V_1}{2 \cos \alpha_1} = K\, \frac{\sqrt{2 g\, H_1}}{2 \cos \alpha_1}; \tag{42}$$

possiamo ritenere senza errore sensibile:

$$w_m = \frac{V}{2 \cos \alpha_0}$$

per cui risulta:

$$K = 1 - \frac{H_0}{H_1} \frac{\text{sen}^2 \alpha_0}{\lambda^2} + \frac{h r}{\varphi^2 H_1} - \frac{\zeta}{4 \cos^2 \alpha_0}.$$

Si ricava l'angolo β_1 dalla:

$$\text{tg}\, \beta_1 = \frac{V_1 \,\text{sen}\, \alpha_1}{V_1 \cos \alpha_1 - v_1} = \frac{\text{sen}\, \alpha_0}{\cos \alpha_0 - \dfrac{K}{2 \cos \alpha_0}} =$$

$$= \frac{2\, \text{sen}\, \alpha_0 \cos \alpha_0}{2 \cos^2 \alpha_0 - K} = \frac{\text{sen}\, 2\, \alpha_0}{2 \cos^2 \alpha_0 - K}; \tag{43}$$

a seconda che risulta $K \gtreqless 1$ si ha $\beta_1 \gtreqless 2\, \alpha_0$.

L'angolo β_1 si può ottenere anche graficamente dal parallelogrammo delle velocità dovendo V_1 riuscire la risultante di w_1 e v_1. Avremo quindi per la (2):

$$w_1 = v_1 \frac{\text{sen}\, \alpha_1}{\text{sen}\, (\beta_1 - \alpha_1)} = \frac{\text{sen}\, \alpha_1}{\text{sen}\, \beta_1} V_1.$$

Si scelga un primo valore di a_2, che dovrà risultare compreso fra un minimo di 4 mm (grandi H con piccoli Q) ed un massimo di 30 ÷ 35 mm (grandi Q con piccoli H), come segue:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Per grandi Q con piccoli H} & a_2 = (0,010 \div 0,014) \sqrt{\dfrac{Q}{\sqrt{H}}} + (0,007 \div 0,004)\,\text{m} \\ \text{per medii Q con medii H} & a_2 = (0,015 \div 0,020) \sqrt{\dfrac{Q}{\sqrt{H}}} + (0,006 \div 0,003)\,\text{m} \\ \text{per piccoli Q con grandi H} & a_2 = (0,020 \div 0,30) \sqrt{\dfrac{Q}{\sqrt{H}}} + (0,005 \div 0,002)\,\text{m} \end{array}\right\} \tag{44}$$

Si prenda lo spessore s_2 delle palette:

$s_2 = 0,15\, a_2 + 1$ mm pel ferro e pel bronzo,

$s_2 = 0,2\, a_2 + 2$ mm per la ghisa,

e si tenga lo spessore s_a dello spiraglio per l'aria:

$$s_a = 0,1\, a_2 + 1 \text{ mm};$$

si ha così un primo valore di:

$$\tau_2 = \frac{a_2 + s_2 + s_a}{a_2}.$$

Poniamo:

$$D_2 = m\, b_2, \text{ ossia } m = \frac{D_2}{b_2};$$

si ha per turbine complete:

$$\frac{\pi D_2 b_2}{\tau_2} V_2 = Q = \frac{\pi D_2^2}{m \tau_2} \sqrt{2g\, \varepsilon_u H};$$

dalla quale si ottiene;

$$D_2 = \sqrt{\frac{m \tau_2}{\pi \sqrt{2g\, \varepsilon_u}}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}}.$$

Salvo che per casi estremi d'ordinario si tiene $m = 5$ e con ciò si ha:

$$D_2 = 0,6 \sqrt{\frac{m \tau}{5 \sqrt{\varepsilon_u}}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} = \Delta \sqrt{\frac{m}{5}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} \tag{45}$$

dove:

$$\Delta = 0,6 \sqrt{\frac{\tau_2}{\sqrt{\varepsilon_u}}}.$$

I valori di Δ per diversi valori di τ_2 e di ε_u sono dati dalla seguente Tabella; essi corrispondono a valori di D_2 per $m = 5$; $Q = 1$; $H = 1$.

Si assumerà:

Per grandi Q con piccoli H $\Big\}$ $m = 4 \div 5$

per medii Q con medii H $\Big\}$ $m = 4,5 \div 5,5$ in media $m = 5$,

per piccoli Q con grandi H $\Big\}$ $m \geqq 5 \div 8$ e più.

Per grandi Q con piccoli H si potrà assumere $m < 4$ fino $m = 3$ con detrimento però di effetto utile.

TABELLA *Valori di* Δ *corrispondenti ai valori di* ε_u e τ_2.

τ_2	ε_u											
	0,01	**0,015**	**0,02**	**0,025**	**0,03**	**0,035**	**0,04**	**0,045**	**0,05**	**0,06**	**0,07**	**0,08**
1,3	2,161	1,953	1,817	1,719	1,642	1,580	1,528	1,481	1,445	1,381	1,329	1,285
1,35	2,202	1,990	1,852	1,751	1,673	1,610	1,557	1,512	1,473	1,407	1,354	1,309
1,4	2,242	2,027	1,886	1,783	1,704	1,640	1,586	1,540	1,500	1,434	1,379	1,333
1,45	2,282	2,063	1,920	1,815	1,735	1,669	1,614	1,567	1,526	1,459	1,403	1,357
1,5	2,321	2,098	1,953	1,846	1,765	1,697	1,642	1,594	1,552	1,481	1,427	1,380
1,55	2,360	2,133	1,985	1,877	1,794	1,725	1,669	1,620	1,578	1,508	1,450	1,403
1,6	2,399	2,167	2,017	1,907	1,822	1,753	1,695	1.646	1,603	1,532	1,473	1,425
1,65	2,436	2.200	2,048	1,936	1,850	1,780	1,721	1,672	1,628	1,556	1,496	1,417
1,7	2,472	2,333	2,079	1,965	1,878	1,807	1,747	1,697	1,652	1,580	1.519	1,469
1,75	2,508	2,266	2,109	1,994	1.905	1,833	1,773	1.722	1,676	1,603	1,541	1,490
1,8	2,544	2,298	2,139	2,022	1,932	1.859	[illegible]	1,746	1,700	1,626	1,563	1,511
1,85	2,579	2,330	2,169	2,050	1,959	1,885	1,823	1,770	1,724	1,618	1,585	1,532
1,9	2,613	2,361	2,198	2,078	1,985	1·910	1,848	1,794	1,747	1,670	1,606	1,553
1,95	2,647	2,392	2,226	2,105	2,011	1,935	1,872	1,817	1,770	1,692	1,627	1,574
2	2,681	2,422	2,254	2,132	2,037	1,960	1,896	1,840	1,793	1,714	1,648	1,594

Esempio. — Per $\varepsilon_u = 0,04$ e per $\tau_2 = 1,45$ si ha $\Delta = 1,614$.

Se il diametro D_2 così calcolato risultasse praticamente troppo piccolo, ciò che può sortire con piccoli Q e grandi H, si adotterà una turbina parziale, facendo occupare dai condotti distributori un settore, ossia una porzione o frazione $p \gtreqless {}^1/_2$ della periferia, in tal caso si ha il diametro D_2 dalla:

$$D_2 = \Delta \sqrt{\frac{m}{5}} \sqrt{\frac{Q}{p \sqrt{H}}}. \tag{46}$$

Il diametro così calcolato corrisponde a quello che risulterebbe per una turbina totale capace di smaltire un volume di acqua $Q : p$.

Si tenga:

$$D_0 = D_1 = 0,95\, D_2,$$

per cui:

$$v_2 = v_1 \frac{D_2}{D_1}.$$

Il valore di β_2 si può ottenere graficamente, osservando che $V_2 \perp v_2$. od anche dalle:

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{V_2}{v_2} = \frac{V_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{\lambda\, v_2} = \frac{\sqrt{2 g\, \varepsilon_u H}}{v_2} = \frac{D_1}{D_2} \frac{\sqrt{2 g\, \varepsilon_u H}}{v_1}, \tag{47}$$

oppure dalle:

$$\text{sen}\,\beta_2 = \sqrt{\frac{V_2^2}{V_2^2 + v_2}} = \sqrt{\frac{2\,g\,\varepsilon_u\,H}{2\,g\,\varepsilon_u\,H + v_2^2}}. \tag{48}$$

Si ha un primo valore del passo t_2 dalla:

$$t_2 = \frac{a_2 + s_2 + s_a}{\text{sen}\,\beta_2},$$

quindi:

$$z_2 = z_1 = \frac{\pi\,D_2}{t_2} = \frac{\pi\,D_1}{t_1}$$

si assumerà per $z_2 = z_1$ il numero pari prossimo al calcolato e si avrà quindi il definitivo valore di t_2 e di t_1 dalle:

$$t_2 = \frac{\pi\,D_2}{z_2}; \qquad t_1 = \frac{\pi\,D_1}{z_1} = t_2\,\frac{D_1}{D_2};$$

si avrà il valore esatto di a_2 dalla:

$$a_2 = \frac{Q}{p}\,\frac{z_2\,b_2\,V_2}{\text{seu}\,\beta_2};$$

per turbine complete $p = 1$.

Per turbine totali si tiene:

$$z_0 = z_1 \pm (2 \div 6).$$

Per turbine parziali z_0 corrisponde al numero dei condotti di cui sarebbe capace l'intera periferia, quindi il numero contenuto nel settore distributore sarà $p\,z_0$, che se sortisse frazionario si prenderà quello intero immediato superiore.

In tutti i casi si ha:

$$t_0 = \frac{\pi\,D_0}{z^0}; \qquad a_0 = t_0\,\text{sen}\,\alpha_0 - s_0;$$

per la (37) e la (40) si ha:

$$b_0 = \frac{\frac{Q}{p}}{\psi\,z_0\,a_0\,V_0} = \frac{z_2\,a_2\,b_2\,\text{sen}\,\alpha_0}{\psi\,\lambda\,z_0\,a_0\,\text{sen}\,\beta_0} = \frac{D_2\,b_2\,\tau_0}{\psi\,\lambda\,D_0\,\tau_2}; \tag{49}$$

$$b_1 = b_0 + (5 \div 10)\ \text{mm}.$$

Si ha il numero dei giri:

$$n = \frac{60\,v_1}{\pi\,D_1} \tag{50}$$

Se è prescritto n, entro certi limiti, si potrà calcolare D, indi D_2 scegliendo opportunamente m, ε_u e p.

L'altezza e della ruota risulta dalla:

$$e = c_1 + h_r + c_2,$$

dove:

$$c_1 = \frac{1}{2} a_1 \cos \beta_1; \quad c_2 = \frac{1}{2} a_2 \cos \beta_2;$$

$$a_1 = \frac{Q}{z_1 b_1 w_1} = \frac{a_2 b_2 \operatorname{sen} \beta_1}{\lambda b_1 \operatorname{sen} \beta_2};$$

$$h_r = r (\cos \beta_1 + \cos \beta_2);$$

$$r \overline{\overline{>}} 6 a_2;$$

conviene che il raggio di curvatura r sia assunto $\overline{\overline{>}}$ 6 a_2 onde il coefficiente idraulico ζ sorta compreso fra 0,06 e 0,10.

Se il valore di h_r così calcolato fosse troppo discosto, specialmente se si trattasse di piccoli H, dal valore assunto colla (35), allora converrà rifare i calcoli col valore ultimo di h_r.

L'altezza e_0 del distributore dipende anche dal sistema di otturazione, però:

$$e_0 \overline{\overline{>}} {}^3/_8\, e,$$

altezza $c_0 = {}^1/_2\, a_0 \cos \alpha_0$.

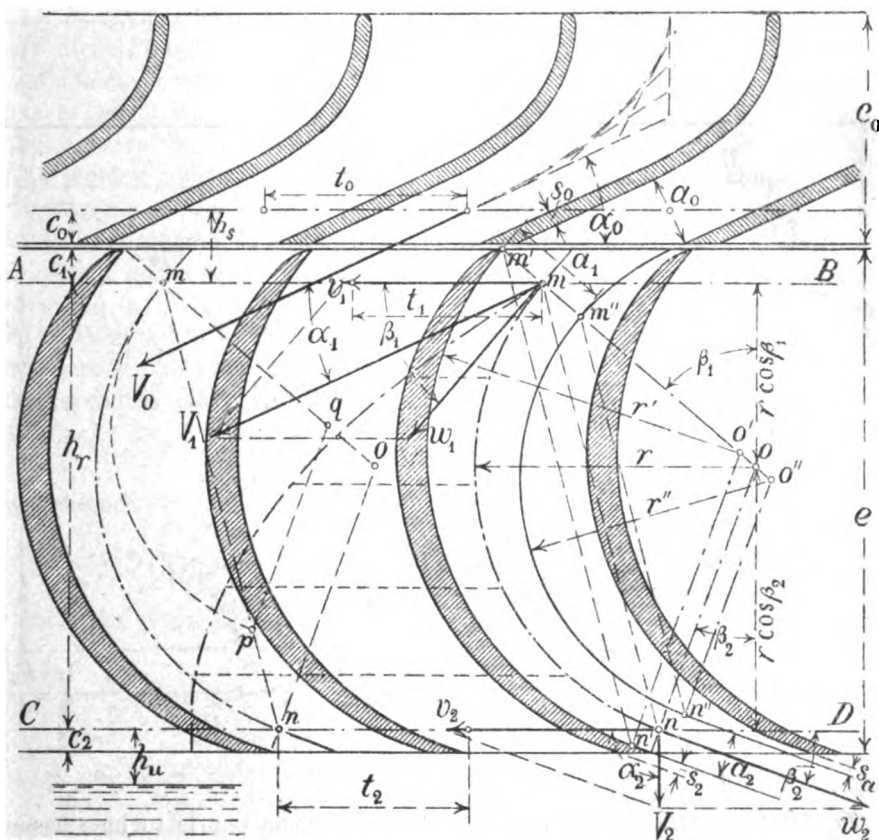
Tracciamento del profilo per le direttrici del distributore. — Si procede coll'identico metodo come per le turbine assiali a reazione, esposto a pag. 706.

Tracciamento dei profili della paletta della ruota e della vena liquida. — Si tirino due parallele (fig. 8 e 9) distanti fra loro di e (altezza della ruota) rappresentanti lo sviluppo superiore ed inferiore della periferia media della ruota; si tirino la A B e la C D distanti rispettivamente di c_1 e di c_2 dallo sviluppo superiore e dall'inferiore; da un punto m della AB (punto medio di entrata della vena liquida e vertice del parallelogrammo delle velocità V_1, v_1, w_1) si tiri la $m\,o \perp m\,w_1$; sulla $m\,o$ giacciono i centri o, o', o'' degli archi appartenenti ai profili cercati.

Graficamente si procede come segue:

Da un punto qualunque q di $m\,o$ (fig. 7) si tiri $q\,p \perp n\,w_2$; centro in q si descriva un arco di raggio $q\,m$ sino a tagliare in p la $q\,p$; si tiri per m e p una retta ad incontrare in n la CD; da n si innalzi la $n\,o \parallel p\,q$ che taglierà in o la $m\,q$; si ha così in o il centro dell'arco $m\,n$, che colle sue tangenti in m ed in n costituisce il profilo medio della vena, di cui n è il punto medio di uscita dalla ruota.

Si tirino (fig. 8) le $n'u'$ ed $n''u'' \parallel n\,w_2$ ed equidistanti dalla $n\,w_2$ di $^1/_2\,a_2$ e quindi distanti fra loro di a_2, esse segnano il profilo della vena uscente: si prenda $m\,m'' = m\,m' = {}^1/_2\,a_1$; si tirino le $m'\,n'$ ed $m''\,n'' \parallel m\,n$, indi le $n'\,o'$ ed $n''\,o'' \parallel n\,o$ (che sono quindi $\perp n\,w_2$), si ha così in o' ed

Fig. 8.

in o'' i centri degli archi di raggio $r' = o'\,m'$ ed $r'' = o''\,m''$ rispettivamente appartenenti al profilo della paletta ed al profilo libero della vena.

Analiticamente risulta:

$$u\,n' = (a_1 - a_2)\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2\,(\beta_1 + \beta_2) = o'\,o''\cos\left[90^\circ - (\beta_1 + \beta_2)\right];$$

$$o'\,o'' = (a_1 - a_2)\,\frac{\mathrm{tg}\,{}^1/_2\,(\beta_1 + \beta_2)}{\mathrm{sen}\,(\beta_1 + \beta_2)} = \frac{a_1 - a_2}{1 + \cos(\beta_1 + \beta_2)};$$

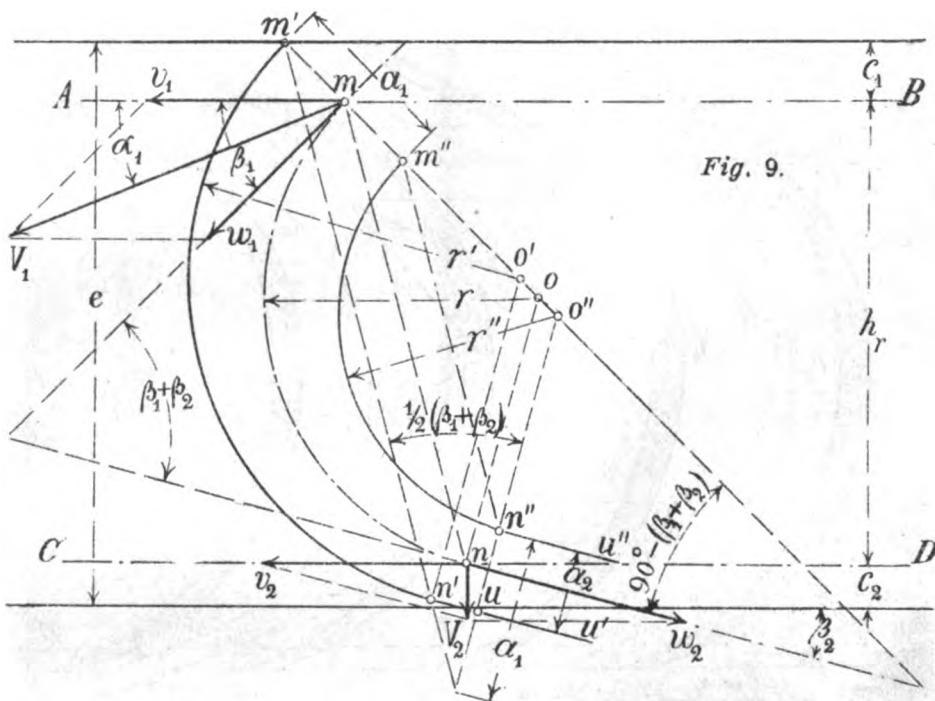
$$o\,o' = o\,o'' = \frac{1}{2}\,o'\,o'' = \frac{1}{2}\,\frac{a_1 - a_2}{1 + \cos(\beta_1 + \beta_2)};$$

ed in fine:

$$r = \frac{h_r}{\cos\beta_1 + \cos\beta_2};$$

$$r' = r + \frac{1}{2}\,a_1 - o\,o';$$

$$r'' = r - \frac{1}{2}\,a_1 + o\,o''$$

Fig. 9.

Turbine radiali. — Si procede nel calcolo come per le turbine assiali, se però sono ad asse verticale risulta il dislivello $h_r = 0$ e si ha:

$$V_0 = V_1 = \varphi\sqrt{2g\,H_0},$$

$$v_1 = \frac{V_0}{\operatorname{sen}\alpha_0}\left\{1 - \frac{\operatorname{sen}^2\alpha_0}{\lambda^2} - \frac{\zeta}{4\cos^2\alpha_0}\right\},$$

$$D_1 = D_2 - 2\,e$$

$$D_0 = D_1 - (0,003 \div 0,004)\ m.$$

Per turbine parziali ad asse verticale se $p \geqq {}^1/_5$ conviene adottare due settori diametralmente opposti, ciascuno dei quali munito di ${}^1/_2\,p\,z_0$ condotti.

ESEMPI DI CALCOLO.

1. **Calcoliamo le principali dimensioni delle turbine di Paderno d'Adda, costruite dalla ben nota Firma Ing. A. Riva, Moneret e C. di Milano. Sono dati:**

La massima portata di 8, 700 m³/1″ alla quale corrisponde la minima caduta di 24, 17 m;

la minima portata di 7, 500 m³/1″ alla quale corrisponde la massima caduta di 28, 82 m;

sono prescritti 180 giri al 1′.

Le turbine sono doppie, ossia con due ruote calettate sullo stesso asse; la regolazione viene effettuata col far variare l'altezza a_0, mantenendo costante la larghezza b_0 e l'angolo σ_0 del distributore.

La caduta media risutta di $\frac{1}{2}(28,82 + 24,17) = 26,45$ m., per la quale calcoleremo la velocità del massimo effetto; riteniamo una perdita nel percorso dell'acqua nella tubazione, e cioè dal pelo di arrivo all'entrata nel distributore e dall'uscita della ruota al canale di scarico, di 2 %, avremo quindi la caduta media utile

$$0,98 \times 26,45 = 26 \text{ m.}$$

Assumiamo:

$$\varepsilon_u = 4\,{}^1/_2\,\% = 0,045; \qquad \eta_i = 0,85; \qquad \beta_1 = 90^\circ; \qquad \lambda = 1;$$

per cui si ha (vedi pag. 655 a pag. 696).

$$\text{tg. } \alpha_1 = \sqrt{\frac{2\,\varepsilon_u}{\eta_i}} = \sqrt{\frac{2 \,.\, 0,045}{0,85}} = 0,335$$

$$\alpha_1 = 18^\circ, 30'; \qquad \text{sen } \alpha_1 = 0,317; \qquad \cos \alpha_1 = 0,948;$$

avremo (vedi pag. 697):

$$D_1 = \frac{59,8 \sqrt{\eta_i \text{ H}}}{n} = \frac{59,8 \sqrt{0,85 \,.\, 26}}{180} = 1,560 \text{ m.}:$$

le turbine furono costruite con $D_1 = 1,550$ m.

Assumiamo come primo valore (vedi pag. 697):

$$a_0 = 0,025 \,.\, 1,550 + 0,03 = 0,069 \text{ m.};$$

prendiamo $s_0 = 12$ mm., quindi:

$$z_0 = \frac{\pi\, D_1 \text{ sen } \alpha_1}{a_0 + s_0} = \frac{\pi\, 1,550 \,.\, 0,317}{0,069 + 0,019} = 19,6$$

assumeremo:

$$z = 20$$

per cui:

$$t_0 = \frac{\pi\ 1,550}{20} = 0,2435;$$

avremo quindi il valore definitivo di:

$$a_0 = 0,2435 \,.\, 0,317 - 0,012 = 0,065 \text{ m}.$$

Colla massima portata di 8, 700 m³/1″ disponiamo della minima caduta utile 0, 98 . 24, 17 = 23, 70 m; in questa condizione avremo per la (11) (vedi pag. 648):

$$V_1 = \frac{\sqrt{g\, \eta_i\, H}}{\cos \alpha_1} = \frac{\sqrt{9,81 \,.\, 0,85 \,.\, 23,70}}{0,948} = 14,80 \text{ m};$$

quindi (vedi pag. 698):

$$V'_1 = 0,9\ V_1 = \frac{14,80}{1,11};$$

siccome la portata per ogni ruota è di $^1/_2$ 8, 700 = 4, 350, avremo:

$$b_0 = 1,11 \frac{4,350}{20 \,.\, 0,065 \,.\, 14,80} = 0,250 \text{ m}.$$

Quando le turbine lavorano colla portata di 7, 500 m³/1″ si dispone di una caduta utile di 0, 98 . 28, 40 = 28, 82 m; risulta quindi:

$$V_1 = \frac{\sqrt{9,81 \,.\, 0,85 \,.\, 28,25}}{0,948} = 16,20 \text{ m};$$

l'apertura a_0 dovrà in tal caso essere ridotta a:

$$a_0 = \frac{^1/_2\ 7,500}{20 \,.\, 0,250 \,.\, 16,20} = 0,046 \text{ m},$$

Siccome la velocità di regime della ruota, che è di 180 giri al 1′, non corrisponde alla caduta massima, ma bensì alla media, così nell'ultimo caso la velocità V_1 sarà alquanto $<$ della calcolata, quindi risulterà a_0 alquanto $>$ 0, 046 m., ossia l'apertura sarà ridotta a circa $^3/_4$ dell'apertura totale e siccome la minima portata corrisponde a circa $^7/_8$ la massima, per le considerazioni esposte a pag. 695 la turbina in entrambi i casi darà sempre un ottimo rendimento.

Calcolo per una turbina tipo Girard assiale ad asse verticale. — Sono dati:

$$Q = 4,560 \text{ m}^3/1''; \qquad H = 5,500 \text{ m}.$$

Assumiamo:

$$\varepsilon_u = 0,04; \qquad \lambda = 2; \qquad m = 4; \qquad \varphi = 0,98; \qquad \psi = 0,95.$$

Quali valori preliminare prendiamo (vedi pag. 65).

$$h_r = {}^1/_8 \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} + 0,06 = {}^1/_8\, 1,393 + 0,06 = 0,235 \text{ m}:$$

$$h_s = 0,045 \text{ m}; \qquad h_u = 0,020 \text{ m}; \qquad H_0 = 5,200 \text{ m}; \qquad H_1 = 5,245 \text{ m};$$

$$V_0 = 0,98 \sqrt{2g\, H_0} = 9,900 \text{ m}; \qquad V_1 = 9,940 \text{ m};$$

$$V_2 = \sqrt{2g\, \varepsilon_u\, H} = 2,078 \text{ m};$$

per la (38) (vedi pag. 66):

$$\text{sen}\, \alpha_0 = \frac{\lambda}{\varphi} \sqrt{\varepsilon_u \frac{H_0}{H}} = \frac{2}{0,98} \sqrt{0,04 \frac{5,500}{5,200}} = 0,42$$

assumiamo quindi:

$$\alpha_0 = 25°; \qquad \text{sen}\, \alpha_0 = 0,423: \qquad \cos \alpha_0 = 0,906:$$

risulta (vedi pag. 68) $K = 0,98$: per la (42)·

$$v_1 = K \frac{V_1}{2 \cos \alpha_1} = 0,98 \frac{9,940}{2 \,.\, 0,906} = 5,380 \text{ m}.$$

Assumiamo come primo valore (vedi pag. 68):

$$a_2 = 0,015 \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} + 0,04 = 0,015 \,.\, 1,393 + 0,04 = 0,025 \text{ m};$$

$$s_2 = 0,2 \,.\, 25 + 2 = 7 \text{ mm}; \qquad s_s = 4 \text{ mm};$$

$$\tau_2 = \frac{25 + 7 + 4}{25} = 1,44;$$

dalla Tabella a pag. 70 per $\varepsilon_u = 0,04$ e $\tau_2 = 1,45$ si ha $\Delta = 1,614$ quindi per la (45):

$$D_2 = 1,393 \,.\, 1,614 \sqrt{\frac{4}{5}} = 2,000 \text{ m};$$

$$D_0 = D_1 = 0,95\, D_2 = 1,900 \text{ m}; \qquad b_2 = \frac{2,000}{4} = 0,500 \text{ m}.$$

Si ha il numero dei giri al 1':

$$n = \frac{60\, v_1}{\pi\, D_1} = \frac{60\,.\,5,380}{\pi\, 1,900} = 54 \text{ giri al } 1'.$$

Avremo poi:

$$v_2 = \frac{D_2}{D_1}\, v_1 = \frac{5,380}{0,95} = 5,662 \text{ m};$$

$$\text{tg}\, \beta_2 = \frac{\sqrt{2 g\, \varepsilon_u\, H}}{v^2} = \frac{2,078}{5,662} = 0,367;$$

$$\beta_2 = 20°, 10'; \qquad \text{sen}\, \beta_2 = 0,345; \qquad \cos \beta_2 = 0,94;$$

$$t_2 = \frac{a_2 + s_2 + s_a}{\text{sen}\, \beta_2} = \frac{0,036}{0,345} = 0,104;$$

$$z_2 = z_1 = \frac{\pi\, 2,000}{0,104} = 60,2;$$

Assumiamo:

$$z_2 = 60$$

quindi i valori definitivi:

$$t_2 = \frac{\pi\, 2,000}{6} = 0,1047 \text{ m};$$

$$a_2 = \frac{Q \text{ sen}\, \beta_2}{z_2\, b_2\, V_2} = \frac{4,560\,.\,0,345}{60\,.\,0,500\,.\,2,078} = 0,0252 \text{ m}.$$

Prendiamo:

$$z_0 = 60 - 6 = 54;$$

$$t_0 = \frac{\pi\, 1,900}{54} = 0,1105 \text{ m};$$

$$a_0 = t_0 \text{ sen}\, \alpha_0 - s_0 = 0,1105\,.\,0423 - 0,08 = 0,0388 \text{ m};$$

$$b_0 = \frac{Q}{\psi\, z_0\, a_0\, V_0} = \frac{4,560}{0,95\,.\,54\,.\,0,0388\,.\,9,90} = 0,232 \text{ m};$$

$$b_1 = 0.232 + 0,013 = 0,245 \text{ m};$$

$$t_1 = \frac{D_1}{z_1} = \frac{D_1}{D_2}\, t_2 = 0,0995 \text{ m}.$$

Indi avremo (vedi pag. 68) per la (43):

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{V_1 \operatorname{sen} \alpha_1}{V_1 \cos \alpha_1 - v_1} = \frac{9,94 \,.\, 0,423}{9,94 \,.\, 0,906 - 5,38} = 1,162$$

$$\beta_1 = 49^\circ \,.\, 10' ; \qquad \operatorname{sen} \beta_1 = 0,757 \; ; \qquad \cos \beta_1 = 0,654$$

$$w_1 = \frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \beta_1} V_1 = \frac{0,423}{0,757} 9,94 = 5,500 \text{ m.};$$

$$a_1 = \frac{Q}{z_1 \, b_1 \, w_1} = \frac{4,560}{60 \,.\, 0,245 \,.\, 5,50} = 0,0564 \text{ m.}$$

Assumiamo il raggio di curvatura della paletta della ruota:

$$r = 6 \, a_2 \qquad \text{ossia} \qquad r = 0,150 \text{ m}$$

quindi:

$$h_r = r (\cos \beta_1 + \cos \beta_2) = 0,150 \, (0,654 + 0,94) = 0,240 \text{ m.}$$

come primo valore abbiamo assunto $h_r = 0,235$; risulterà poi:

$$\begin{aligned} c_1 &= {}^1/_2 \, 0,0564 \,.\, 0,654 &&= 0,018 \text{ m} \\ c_2 &= {}^1/_2 \, 0,0252 \,.\, 0,94 &&= 0,012 \; » \\ h_r &= 0,150 \,.\, 1,660 &&= 0,240 \; » \\ \hline \text{Altezza della ruota} & &&= 0,270 \text{ m}; \end{aligned}$$

ed in fine (vedi pag. 73 e 74):

$$00' = 00'' = \frac{1}{2} \, \frac{0,0564 - 0,0252}{1 + 0,356} = 0,0115 \text{ m};$$

$$r' = 0,150 + \frac{0,0564}{2} - 0,0115 = 0,167 \text{ m};$$

$$r'' = 0,150 - \frac{0,0564}{2} + 0,0115 = 0,133 \text{ m.}$$

SULL' INFLUENZA

DELLA TEMPERATURA NELLE COSTRUZIONI

REPLICA ALLA DISCUSSIONE DEL PROF. PANETTI

Quando ebbi ad esporre ai miei colleghi di Genova alcune osservazioni da me fatte su costruzioni esistenti, le quali a mio avviso dimostrerebbero quale influenza abbia la temperatura nelle costruzioni in genere ed in modo più sensibile in quelle di cemento e cemento armato, il mio scopo era ben limitato; richiamare l'attenzione dei colleghi sui fenomeni osservati, e dato lo sviluppo che assumono oggigiorno le costruzioni in cemento armato, dimostrare l'utilità di esperienze riguardanti questo nuovo genere di costruzioni, dalle quali molto avrebbe ad apprendere l'ingegnere ed il costruttore.

Non risposi verbalmente quella sera alle brevi osservazioni del Prof. M. Panetti, ed era mia intenzione il non replicare neppure per iscritto; ma la discussione da lui scritta fu molto più estesa di quella verbale, e la stessa attribuisce al mio scritto significati che dallo stesso non appariscono.

D'altra parte nella mia conferenza incorsi in un errore di calcolo, che da me fu rettificato nella pubblicazione che fu fatta in questa Rivista, ed altro errore trovasi nell'errata-corrige da me pure pubblicata; i quali errori però, come si vedrà, non alterano in sostanza la conclusione del ragionamento.

Per tutte queste circostanze ritengo doveroso l'aggiungere brevi parole, persuaso che non saranno prive di pratica utilità.

I. *Rettifica della formula* (4).

Come già fu precedentemente indicato dalla formula:

$$T = 2\,E\,a\,\lambda \int_0^b \frac{x}{b + \lambda x}\,d\,x$$

si ricava integrando:

$$T = 2\,E\,a\,b\left[1 - \frac{1}{\lambda}\log(1+\lambda)\right] = \frac{2\,a\,b\,t}{\lambda}\left[1 - \frac{1}{\lambda}\log(1+\lambda)\right] \dots \quad (4)$$

Da cui:

$$\frac{dT}{d\lambda} = \frac{2ab}{\lambda}\left[\frac{dt}{d\lambda} - \frac{t}{\lambda} - \frac{\log(1+\lambda)}{\lambda}\frac{dt}{d\lambda} - \frac{t}{\lambda(1+\lambda)} + \frac{2t}{\lambda^2}\log(1+\lambda)\right]$$

Uguagliando a zero per avere il valore massimo di T, si ha:

$$\frac{dt}{d\lambda}\left[1 - \frac{\log(1+\lambda)}{\lambda}\right] = \left[\frac{t}{\lambda} + \frac{t}{\lambda(1+\lambda)} - \frac{2t}{\lambda^2}\log(1+\lambda)\right)$$

$$\frac{dt}{d\lambda} = \frac{\frac{t}{\lambda} + \frac{t}{\lambda(1+\lambda)} - \frac{2t}{\lambda^2}\log(1+\lambda)}{1 - \frac{\log(1+\lambda)}{\lambda}} = \frac{t}{\lambda}\cdot\frac{1 + \frac{1}{1+\lambda} - \frac{2}{\lambda}\log(1+\lambda)}{1 - \frac{1}{\lambda}\log(1+\lambda)} \quad (5)$$

Ponendo, come propone il Prof. Panetti:

$$\frac{dt}{d\lambda} = \frac{t}{K+\lambda}$$

si possono ricavare per i successivi valori di λ quelli corrispondenti di K. Eseguiti questi calcoli per una serie di valori di λ vengo a risultati in parte diversi da quelli ottenuti dal prof. Panetti: ritengo perciò utile trascrivere gli uni e gli altri per gli opportuni confronti, chiamando K' quelli da me ottenuti e K'' quelli ottenuti dal Prof. Panetti.

per λ =	0	0.0008	0.001	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
K'	1.50	1.5001999	1.500254	1.50249	1.5049	1.5099	1.5147	1.5193	1.5243
K''	1.50	—	—	—	—	—	—	—	1.47

per λ =	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
K'	1.5359	1.547	1.569	1.59	1.61	1.638	1.647	1.664	1.682	1.698
K''	—	1.42	1.41	1.51	1.60	1.64	1.61	1.63	1.67	1.70

per λ =	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	e
K'	1.715	1.73	1.745	1.76	1.774	1.787	1.8034
K''	1.71	1.72	1.75	1.76	1.78	—	

Fra i miei valori e quelli del Prof. Panetti appariscono alcune differenze, ma ciò che si deve notare si è che mentre, secondo i miei risultati, col crescere di λ crese sempre anche il valore di K', invece secondo i risultati del Prof. Panetti si avrebbero due valori minimi di K, uno per $\lambda = 0,30$ e l'altro per $\lambda = 0,70$ circa.

Se si rappresenta la relazione $K = \varphi(\lambda)$ con un diagramma, di cui K sieno le ascisse e λ le ordinate, secondo il prof. Panetti si avrebbe una curva sinuosa, mentre invece dai miei calcoli risulterebbe una curva avente una sola concavità rivolta verso l'asse delle λ, il che mi sembra più probabile.

Prendendo per esatti i miei risultati, ne verrebbe che per il cemento di cui il massimo allungamento λ non supera 0,002, il valore da attribuirsi a K è in cifre tonde 1,50; mentre invece per il ferro e per l'acciaio che sopportano prima della strizione un allungamento che può giungere al 20 e 25 % (vedi fig. 2) si dovrà prendere $K = 1,55$ per il 1° e $K = 1,56$ per il 2°.

Pertanto se dietro eperienze accurate si formerà per il cemento il diagramma di tensione, in modo analogo a ciò che si è fatto nella fig. 2 per il ferro e per l'acciaio; e nello stesso si prende a distanza di un'unità a sinistra dell'origine O delle coordinate sull'asse delle ascisse un punto D' ed a distanza 1,5 un altro punto D'', tirando dai due punti le tangenti al diagramma, si avranno due coppie di valori di λ' t' e λ'' t'' corrispondenti ai due punti di tangenza; λ' e t' rappresentano l'allungamento e lo sforzo unitario corrispondente al punto di strizione nella tensione semplice, λ'' e t'' quelli corrispondenti al punto di strizione nella flessione: λ'' è maggiore di λ' e t'' è maggiore di t': se indichiamo con E' ed E'' le tangenti trigonometriche degli angoli che le due tangenti al diagramma formano coll'asse delle λ, si avrà che:

$$E' = \frac{d\,t'}{d\,\lambda'}\ ;\ E'' = \frac{d\,t''}{d\,\lambda''}\ \text{ed}\ E'' < E'$$

Giova quì osservare che i due valori E' ed E'' rappresentano il modulo d'elasticità del cemento, o del materiale che si considera al momento della strizione.

Difatti, sebbene anche nei più moderni trattati della scienza delle costruzioni si definisca il modulo d'elasticità E colla formula $E = \frac{t}{\lambda}$ la quale altro non è che l'espressione algebrica della Legge formulata da Hooke nel 1696 « ut tensio sic vis », pure tale definizione più non

regge per il cemento nelle odierne costruzioni in cemento armato o cementizie; ma occorre sostituirla colla seguente:

$$E = \frac{d\,t}{d\,\lambda}$$

nella stessa guisa che nello studio del moto dei corpi si usa per esprimere la velocità V in funzione dello spazio S e del tempo T la formola:

$$V = \frac{S}{T} \text{ finchè il moto è uniforme,}$$

$$\text{e la formola: } V = \frac{d\,S}{d\,T} \text{ quando il moto è vario.}$$

Negli sforzi di compressione e tensione delle costruzioni in cemento armato, gli allungamenti ed accorciamenti nel cemento possono senza pregiudizio della stabilità di qualche poco passare il limite d'elasticità, cioè quel limite oltre il quale gli allungamenti non sono più proporzionali agli sforzi.

Lo stesso succede nelle travi omogenee di qualsiasi materiale soggetto a sforzo d'inflessione; di qui si vede l'importanza della formola (5); ma perchè la stessa possa esprimere di quanto si allontana il punto di strizione, occorre conoscere la funzione $\lambda = \varphi(t)$ che va determinata per punti mediante esperienze, le quali, come già dissi, per quanto riguarda i cementi, sarebbe della massima utilità che fossero eseguite in ogni regione dove largamente si sviluppano le costruzioni cementizie.

La formola (5) dimostra in sostanza che nella formola di Navier relativa all'inflessione di una trave:

$$t = \frac{M\,d}{I}$$

dove t è lo sforzo unitario, M il momento inflettente massimo, d la massima distanza dell'asse neutro, ed I il momento d'inerzia della sezione retta, si può assumere per t una cifra alquanto maggiore che non nel caso della tensione semplice, e questo lo sanno per esperienza i costruttori di ferri a I, i quali nei loro cataloghi scrivono come coefficiente di resistenza (siecher heitsgrad) 3, 4, e 5 che corrispondono ai coefficienti di sicurezza $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ relativo al carico di rottura,

mentre se si trattasse di semplice tensione non azzarderebbero eccedere il coefficiente di $\frac{1}{6}$ indicato da tutti i trattati della scienza delle costruzioni come coefficiente di sicurezza delle opere in metallo.

Il Prof. Panetti obbietta a riguardo della formola (5) che la stessa *non può dare affidamento di rispondere in modo esatto al fenomeno studiato, perchè non è accettabile la supposta permanenza dell'asse neutro a metà altezza della sezione, la proporzionalità fra le tensioni e le distanze dei rispettivi elementi da detto asse, e l'invariabilità di dette distanze durante il restringimento della zona tesa.*

A questo riguardo si deve osservare che qualora non si ammettessero le suddette ipotesi, che certo non rappresentano esattamente il modo di svolgersi del fenomeno d'inflessione, si verrebbe ad una tale complicazione di formole, che cesserebbero di essere pratiche. Ma le suddette ipotesi si possono accettare con fiducia nei calcoli, e ne è la miglior prova che tanto nelle norme e condizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato pubblicate nella Gazzetta Ufficiale del Regno il 10 Gennaio 1906, quanto nelle istruzioni Ministeriali francesi relative all'impiego del cemento armato (1) si ritengono accettabili nei calcoli tali ipotesi, non ostante che le molte esperienze fatte dalla Commissione Ministeriale francese stabiliscono che nell'inflessione si verifica col crescere degli sforzi un graduale spostamento dell'asse neutro verso la zona compressa, e che gli allungamenti crescono in ragione maggiore che non gli sforzi unitari.

Quando però si riuscisse nei calcoli, o con costruzioni grafiche, a tener conto di tutte queste ipotesi che più si avvicinano alla verità, non solo le formole (4) e (5) ma tutte le formole finora adottate per lo studio dell'inflessione dei corpi elastici, cederebbero il posto ai risultati dei nuovi studi.

II. L'effetto della dilatabilità termica dei materiali ha per virtù propria conseguenze più gravi nella resistenza dei manufatti di grandi dimensioni che non su quelli piccoli.

Dei tre concetti fondamentali che il Prof. Panetti mi attribuisce nel suo scritto, questo è il solo che chiaramente appare dalla mia conferenza, e che perciò ritengo utile di maggiormente illustrare per dissipare i dubbi e le obbiezioni che mi furono mosse dall'egregio Professore, rinunciando a replicare su tutte le altre osservazioni di altro genere da lui fatte.

Per meglio illustrare il 1.° concetto ricorderò i fenomeni che facil-

(1) Vedasi: Commission du ciment armè. Experiences, rapports et propositions, instructions ministèrielles relatives a l'emploi du béton armé - anno 1907.

mente ognuno può osservare, indubbiamente dovuti all'influenza della temperatura, quali sono le crepature nelle copertine dei parapetti e nei pavimenti in cemento armato. Se si ha la cura di dividere in scomparti di lato non superiore a m. 3 nel caso del semplice calcestruzzo di cemento, di m. 10 e più nel caso del cemento armato, le dette costruzioni cementizie, non si avranno più crepature in ciascuno dei suddetti scomparti. Nei ponti in ferro od in acciaio fino a m. 10 circa, se si tratta di travate rettilinee, si possono risparmiare i rulli di dilatazione, al di là di metri 20 l'ommetterli potrebbe essere causa di disastri.

Nelle costruzioni metalliche centinate si può andare oltre a detto limite senza bisogno di apparecchi di dilatazione. Le centine nella tettoia della stazione centrale di Torino della lunghezza di circa m. 48 non hanno apparecchi di dilatazione. Un'armatura ad asse rettilineo di tale portata senza apparecchi di dilatazione non sarebbe in buone condizioni di stabilità.

Di questa influenza della temperatura non sempre sogliono tener sufficiente conto gli ingegneri, ed ancora di questi giorni ebbi ad osservare in una strada di accesso ad un ponte in cemento armato recentemente costrutto nelle vicinanze di Genova, un parapetto rettilineo in ferro lungo m. 140 che era stato collocato in opera nella scorsa estate senza alcuna interruzione nè apparecchi di scorrimento. La diminuzione di temperatura aveva fatto saltare i chiodi di un giunto dello scorrimano verso la metà della lunghezza del parapetto, ed osservando i fori del coprigiunto coi corrispondenti fori dello scorrimano potei benissimo osservare lo scorrimento di qualche millimetro in senso longitudinale degli uni rispetto agli altri.

Nei tubi di ferro dove passa il vapore, e dove perciò l'influenza della temperatura è da tenersi nel massimo conto, non si può provvedere con rulli, ma si prevengono le rotture, evitando possibilmente i tratti rettilinei anche brevi colle estremità fisse, ma provvedendo perchè tra due punti fissi vi sieno sempre tratti di tubazione o mistilinei o curvilinei. Ricordo che la mancanza di questa avvertenza nell'impianto di un termosifone in un sontuoso palazzo di Genova produsse danni, per umidità proveniente dai tubi, in un bellissimo affresco del Barabino.

Nelle centine per ponti, diversi saranno gli effetti della temperatura a seconda che alle estremità le stesse saranno incastrate, semi-incastrate o semplicemente appoggiate.

Per meglio dimostrare ciò, mi riferisco ad un esempio pratico che ricavo dell'aureo libro del Castigliano « Théorie de l'équilibre des systèmes élastyques ».

Fra i molti esempi da lui trattati in applicazione della sua teoria vi è quello di un ponte a centine in ferro colla corda di m. 45 e la saetta di m. 5, 50 (1).

L'autore suppone in un 1° caso la centina incastrata, ed in un 2.° caso la centina semplicemente appoggiata alle sue estremità mediante imposte cilindriche: suppone tanto nel 1.° che nel 2.° caso una variazione di temperatura di $\pm 25^0$, e dai suoi calcoli si ricava, chiamando σ_0 e σ_6 le pressioni unitarie massime dovute alla temperatura alle imposte ed alla chiave, nel caso della centina incastrata:

$$\sigma_0 = 670750 + 5,017,000 = 5,687,750 \text{ Kg. m}^2.$$
$$\sigma_6 = 886500 + 2,842,350 = 5.728,850 \text{ Kg. m}^2$$

Nel caso invece della centina appoggiata:

$$\sigma_0 = 97380 \text{ Kg. m}^2$$
$$\sigma_6 = 1,490,500 + 128690 = 1,619.190 \text{ Kg. m}^2.$$

essendo le unità di misura il metro ed il chilogrammo.

Consideriamo invece l'ipotesi della trave ideale, giammai realizzabile in natura, avente un asse rettilineo e gli estremi assolutamente fissi su appoggi non soggetti ad alcun movimento neppure per variazione di temperatura, nel qual unico caso sarà applicabile entro i limiti d'elasticità la legge di Hooke.

In questo caso si avrebbe per una variazione di 25° di temperatura:

$$\sigma = \text{E}\, t^0\, \alpha = \frac{18,000,000,000 \times 25^0}{82500} = 5,456,545 \text{ Kg. m}^2$$

Da questi risultati e dalle formole relative apparisce chiaramente che molti elementi costruttivi contribuiscono a determinare, a far attenuare od aggravare l'influenza della temperatura nelle costruzioni, ed analizzando le formole da cui questi risultati derivano, si vedrebbe che col crescere delle distanze fra gli appoggi, cresce fortemente l'influenza della temperatura pur mantenendo proporzionali tutte le altre dimensioni della struttura.

Dai detti risultati si ricava pure che se l'incastro di una centina è favorevole alla stabilità sotto l'azione dei pesi, è invece assai sfavorevole nelle grandi costruzioni avuto riguardo all'azione della tempe-

(1) Vedasi: *Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques* — CASTIGLIANO da pag. 418 a 455.

ratura, se contemporaneamente non si provvede con apparecchi di dilatazione; e di ciò fa un breve cenno lo stesso Castigliano.

Ma si deve tener conto di un'altra circostanza per persuadersi come l'azione della temperatura sia maggiore nei manufatti di grandi che non in quelli di piccole dimensioni. Per brevità consideriamo solo il caso della travata rettilinea. Come già si è detto, l'ipotesi dei sostegni fissi non è realizzabile in natura; infatti anch'essi subiscono gli effetti della variazione di temperatura; ma oltre a ciò non vi è mai un collegamento talmente rigido che non possa impedire un qualche scorrimento micrometrico della direzione dello sforzo esercitato dalla variazione di temperatura. Se questo scorrimento fosse proporzionale alla lunghezza L della trave, la legge di Hooke sarebbe ancora applicabile, ma invece esso sarà una funzione indipendente da detta lunghezza e che si potrà ritenere approssimativamente proporzionale allo sforzo di trazione determinato dalla variazione di temperatura, e si potrà rappresentare quindi con $K\,E\,t^0\,\alpha$.

Per tener conto di questa circostanza in luogo della formola di Hooke si dovrebbe applicare la seguente formola:

$$\sigma = \frac{E\,t^0\,\alpha\,(L - K)}{L} = E\,t^0\,\alpha - \frac{E\,t^0\,\alpha\,K}{L}$$

dalla quale si vede che lo sforzo σ dato dalla formola di Hooke va in pratica diminuito di una quantità inversamente proporzionale alla lunghezza della trave, e che perciò lo stesso cresce col crescere della distanza fra gli estremi della trave.

Credo utile il completare queste mie osservazioni col fare un breve cenno del disastro avvenuto il 30 Agosto dello scorso anno al ponte di Quebec in costruzione sul fiume S. Lorenzo al Canadà.

Il ponte doveva a lavoro ultimato avere cinque campate, le due estreme a travate rettilinee; le tre centrali dovevano formare un sistema articolato a sbalzo detto dagli Americani e dagli Inglesi (cantilever).

Ciascuna delle due pile centrali doveva sostenere una travata a sbalzo a due bracci; quello verso sponda era fissato sulla pila vicina con un robusto ancoraggio; quello opposto si protendeva verso il fiume di m. 171,45 per servire, insieme col suo simmetrico dell'opposta sponda, di appoggio alla travata centrale della lunghezza di m. 205,74. Così la distanza fra gli assi delle due pile centrali risultava di m. 548,64, e si doveva avere la maggior luce libera di ponte finora costrutta nel mondo.

In seguito alla caduta verificatasi durante la costruzione, mentre già

era in opera la travata rettilinea, tutta la travata a sbalzo della sponda sud, nonchè tre scomparti della travata centrale, apparvero molte pubblicazioni sulle Riviste tecniche americane ed inglesi concordi tutte nell' ammettere come un dato di fatto che la caduta fu determinata dalla rottura di un puntone in vicinanza della pila centrale sud nel braccio verso sponda della travata a sbalzo, e quindi molti ne dedussero l' insufficienza della sezione retta di quel puntone.

Ma bisogna notare però che detti puntoni non sostenevano ancora che una parte del peso proprio del ponte, al momento della caduta non spirava vento, non si poteva ancora parlare di sovracarico, eccettuato il solo ponte a gru scorrevole per il montaggio, non si verificò la caduta di nessun grosso pezzo in lavorazione, la casa costruttrice era la Phoenix Bridge Company considerata finora come la maggiore e fra le più serie dell' America; il materiale durante la costruzione fu sempre sottoposto a prove di resistenza e riconosciuto di ottima qualità.

Per queste circostanze tutte favorevoli alle buone condizioni di stabilità del ponte, in una pubblicazione del Scientific American si domanda giustamente se le formole finora in uso per calcolare i ponti cessino di essere applicabili quando si oltrepassano certe dimensioni!

Io riterrei che lo scrittore di detto articolo possa in parte aver colpito nel segno, poichè precisamente, per le considerazioni sovraesposte, quanto più crescono le dimensioni di un ponte o di altra costruzione, tanto più si deve tener conto dell' influenza della temperatura.

Mentre mi riservo di tornare in una prossima occasione su questo argomento al riguardo del Ponte di Quebec, mi limiterò ora ad osservare che era stato provveduto, con ingegnosi apparecchi, alla libera dilatazione in corrispondenza dei punti di collegamento delle travate principali; ma forse per quanto riguarda i collegamenti in corrispondenza delle pile d'ancoraggio, questi apparecchi, almeno per quanto risulta dai numerosi disegni, non erano sufficientemente protetti contro la possibilità d'introduzione di corpi estranei che ne impedissero il regolare funzionamento, e qualora ciò si fosse verificato nella pila d'ancoraggio sud al momento del disastro, il punto di massima pressione unitaria dovuto alla forte temperatura sarebbe precisamente risultato nel puntone ove si determinò la rottura.

Ancora un' ultima prova della maggiore influenza che la temperatura ha sui grandi manufatti la si desume dalle esperienze di collaudo.

Nel ponte di Morbegno sull' Adda, di cui feci cenno nella mia conferenza, l' abbassamento in chiave dovuto all' abbassamento di 35° di temperatura fu di circa 31 mm. Le prove di collaudo dietro il passaggio del massimo sovracarico su quel ponte diedero un abbassamento

in chiave di soli 2 mm.; ciò con molta approssimazione significa che il massimo squilibrio di temperatura determina in quel ponte sforzi unitari 15 volte maggiori che non quelli determinati dal massimo sovracarico.

Nello scorso mese di Novembre moltissimi giornali di Genova e fuori riferirono l'esito delle prove di collaudo del nuovo ponte in cemento armato sul Polcevera presso Cornigliano, da cui risultava che nelle prove statiche vi fu un abbassamento di 1 mm. e nelle prove dinamiche quello di $^1/_2$ mm. Si soggiungeva in quei comunicati che " *il ponte dimostrò straordinarie qualità elastiche in quantochè, cessate le prove, non si rilevarono deformazioni permanenti* ".

Se sono esatte le indicazioni date dai giornali a riguardo delle prove di collaudo di detto ponte, le conclusioni a cui si perviene sarebbero le seguenti: 1.° sotto le prove di collaudo non si oltrepassò per l'armatura il limite d'elasticità; 2.° Il detto ponte prima della prove di collaudo subì ripetutamente sforzi maggiori od almeno uguali a quelli dovuti al sovracarico di collaudo.

Siccome il ponte non era ancora aperto al pubblico non si può ritenere che i predetti sforzi possano essere dovuti a sovracarichi precedenti, ma indubbiamente invece all'influenza della temperatura.

Non sarebbe il caso di soffermarmi a discutere sulle conclusioni portate da giornali non tecnici, ma poche parole sono opportune al riguardo.

Dalle molte esperienze fatte sulle costruzioni in cemento armato risulta in modo certo che fra le proprietà caratteristiche del cemento armato vi è quella che sottoponendo una trave od una centina ad una prima prova di carico, cessata la prova, rimane una freccia permanente; ripetendo le prove di carico si hanno successivi aumenti in detta freccia, ma gradatamente decrescenti, finchè dopo molte ripetizioni, la trave si comporta come un solido perfettamente elastico, purchè non si aumenti il sovracarico.

Quando adunque una trave o una centina di cemento armato è sottoposta ad un sovracarico, e, cessata la prova, non dà freccia permanente, se ne può solo concludere che il sovracarico non fa eccedere il limite di elasticità dell'armatura, e che quel sovracarico era già stato ripetutamente applicato; sarebbe fantastico attribuire al cemento armato qualità elastiche che è nella sua natura di non avere.

Dai due esempi sopracitati e da altri che si potrebbero citare risulta che mentre nelle costruzioni di piccola portata il massimo sforzo unitario è dovuto al sovracarico, ed il minimo al peso proprio, ed alla temperatura, nelle costruzioni di grande portata succede l'opposto.

Parlando d'influenza di temperatura non si può a meno di dire qualche parola a riguardo dei limiti da adottarsi per la stessa nei calcoli di stabilità. Già abbiamo visto come il Castigliano negli esempi

da lui studiati ammette come squilibrio massimo di temperatura nelle costruzioni metalliche ± 25° supponendole messe in opera ad una temperatura media, egli invece non tiene affatto conto delle variazioni di temperatura nei calcoli di stabilità di due grandi ponti in muratura, quello sull'Oglio nella ferrovia Milano-Venezia della luce di m. 42 e quello sulla Dora presso Torino progettato dal Mosca della luce di m. 45.

Esperienze fatte per un anno sul ponte di Morbegno sull' Adda diedero 42° di differenza fra le temperature estreme dell'atmosfera e 34° di differenza fra le temperature estreme della muratura. Per il ponte in cemento armato nel Polcevera presso Cornigliano la Commissione esaminatrice dei progetti presentati al concorso, stabilì 10° di variazione di temperatura in più od in meno (1). Per il ponte di Quebec, da una pregevole memoria pubblicata sull' Engineering (2) del Sig. Frank W. Skinner risulterebbe che nei calcoli era stata prevista una differenza di 150° di temperatura. Sembrandomi eccessivo questo dato, esaminai nel detto scritto altre cifre, da cui poter dedurre se si tratta di un errore di stampa: ma invece lo stesso dato risulterebbe in parte confermato, poichè per lo scorrimento longitudinale della travata centrale sulle estremità delle travate a sbalzo fu lasciato un giuoco di 24 pollici, ed in corrispondenza della pila d'ancoraggio fra la soprastruttura e la sottostruttura un giuoco di 8 pollici. Immaginando che sia stato lasciato un giuoco pari alla massima dilatabilità termica, sebbene anche coi rulli la dilatazione sarà molto minore, ne verrebbe che per l'appoggio della trave centrale l'ipotesi del massimo squilibrio di temperatura sarebbe di:

$$t^0 = \frac{24 \times 0,0254}{548,64 \times 0,000012} = 90^0$$

e per l' appoggio sulla pila d'ancoraggio:

$$t^0 = \frac{8 \times 0,0254}{152,4 \times 0,00012} = 111_0$$

(1) Lo si desume dal seguente periodo della relazione a stampa: « Una variazione « di 10° C provoca per ogni anello di volta largo un metro una spinta di Tn 8.55 « applicata cm. 46.5 sotto il baricentro della sezione in chiave. Quindi nel caso « di abbassamento di temperatura la compressione unitaria all'estradosso in chiave « aumenterebbe di 7 3 Kg. cm² ed all' intradosso alle imposte di Kg. cm² 8,9. « Sotto questo punto di vista è dunque giusto riconoscere nel presente progetto « una sensibile superiorità sugli altri che fecero come esso applicazione dell'arco « incastrato.

La relazione non si estende a fare il calcolo della tensione unitaria all' intradosso in chiave, ed all'estradosso all'imposta per effetto della variazione di temperatura, ed è precisamente in detti due punti dove, in seguito ad abbassamenti di temperatura si manifestarono lesioni.

(2) Engineering 13 Settembre 1907. pag. 353 - Variations of 150 deg. temperature were provvided for.

Ciò farebbe ritenere che realmente sia stato adottata l'ipotesi di una forte variazione di temperatura, anche ammesso che 150° possa essere un errore di stampa.

Occorre pure tenere presente che il ferro ha un calore specifico $= 0,111$, mentre quello della muratura è $= 0,210$; il coefficiente di conduttività del ferro è a sua volta molto maggiore che non quello della muratura.

Quindi è facile l'immaginare come una costruzione metallica esposta alle intemperie subisca variazioni di temperatura maggiori assai dell'atmosfera circostante, mentre invece nelle costruzioni murarie le variazioni possono essere qualche poco inferiori a quelle dell'atmosfera; per le costruzioni in cemento non v'è dubbio che si troveranno in una posizione intermedia. Quindi non sarà esagerato l'ammettere $\pm 30°$ per le costruzioni metalliche, $\pm 20°$ almeno per le costruzioni in cemento armato e $\pm 15°$ per le costruzioni in muratura.

Mentre nelle costruzioni metalliche sarà utile lo scegliere la temperatura media per il loro collocamento in opera, per le costruzioni in muratura o cemento armato la temperatura più adatta sarà invece inferiore a detta media, stante la minor resistenza che questi ultimi materiali presentano per sforzi di tensione a confronto di quelli di compressione.

A riguardo delle costruzioni in cemento armato, nelle quali si manifestano lesioni prodotte da variazione di temperatura, vi sono costruttori che ritengono di nessuna conseguenza il fenomeno, poichè, essi dicono, queste lesioni si manifestano nella parte tesa, e se si calcola la sezione dell'armatura in modo che da sola resista agli sforzi di tensione, non è da preoccuparsi delle lesioni prodotte nel cemento.

L'esperienza finora non ci dice nulla al riguardo, poichè da tempo troppo breve si sono sviluppate le costruzioni in cemento armato.

Io sarei d'avviso però che l'ingegnere dovrebbe sempre cercare di evitare nelle sue costruzioni tali lesioni nel cemento, specialmente in quelle che vanno soggette all'alternarsi dell'umido e del secco; il pericolo che devono temere tali costruzioni si è che l'umido penetrando nelle lesioni, ossidi le armature di ferro che in questo caso non è possibile proteggere con vernici, e col tempo ne diminuisca la sezione al punto di compromettere la stabilità del manufatto.

Nelle regioni prossime al mare quest'azione della ruggine nelle armature dovrebbe naturalmente presentarsi più energica, e più rapidi ne dovrebbero risultare gli effetti.

Genova li 2 Gennaio 1908.

Ing. Luigi Figari.

NOTA.

NOTA. — Già avevo preparato questo scritto in replica alle osservazioni del Prof. Panetti, quando vidi pubblicate sul *Giornale del Genio Civile* (1) altre osservazioni del Ch. Ing. C. Guidi Prof. di Scienza delle Costruzioni al Politecnico di Torino.

In esse si richiama l'attenzione dei lettori sopra alcune inesattezze, secondo l'egregio Professore, da me commesse nelle citazioni della mia conferenza che lo riguardano. Tali citazioni si riferiscono al Ponte di Morbegno della luce di m. 70,00.

Ritengo perciò opportuno aggiungere poche parole, poichè a mio giudizio non esistono le inesattezze a cui accenna la Nota del Prof. Guidi.

Nella pregevole memoria del detto Professore, in cui si parla del Ponte di Morbegno (2), sono determinati gli sforzi massimi unitari alle imposte ed alla chiave dell'arco determinati da un abbassamento di temperatura di 34° C, e dalla stessa memoria io li ho trascritti nella mia conferenza; ma mentre il Prof. Guidi si limitò ad osservare che lo sforzo di pressione σ^i alle imposte all'intradosso dovuto alla causa sopraindicata, se si avverasse in tutta l'entità da lui valutata, sarebbe il 106 $^0/_0$ di quello massimo totale prodotto simultaneamente dal peso proprio e dal carico accidentale più sfavorevole, io invece ritenni dover spingere le indagini per riconoscere, se per avventura un tale abbassamento di temperatura non provocherebbe in definitiva sforzi di tensione in qualche giunto, cioè se non farebbe uscire la curva delle pressioni fuori del terzo medio, il che è considerato dai buoni costruttori come un caso di deficienza di stabilità.

Il Prof. Guidi nella sua nota ultima osserva giustamente che lo *sforzo unitario massimo di compressione notevolmente maggiore di quello calcolato nel progetto non oltrepassa ancora $^1/_7$ circa del carico producente le prime lesioni in una muratura di granito*, ed io, con esattezza non minore, ho determinato nella mia conferenza, e con *uguali concetti e teorie*, sforzi unitari massimi di tensione nell' ipotesi di un abbassamento di 34.° C. di temperatura combinato con dati sovracarichi ammessi come possibili dall'Ufficio tecnico delle Strade ferrate Meridionali. In una data ipotesi

(1) *Giornale del Genio Civile* 1907 (pag. 693).

(2) *Influenza della temperatura sulle costruzioni murarie — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino.* Vol. XLI (1906) ed anche *Giornale del Genio Civile* 1906 — pag. 166.

si ha per sforzo unitario massimo di compressione ad una imposte all'estradosso Kg. 20, 88 che sommato collo sforzo di tensione di Kg. 39, 00 dovuto all'abbassamento di temperatura, dà Kg. 18, 12 di tensione per cm^2.

Questo risultato sarebbe un indizio di poca stabilità del ponte, ed il cedimento di una spalla se può influire *nel senso di diminuire di qualche poco gli sforzi di compressione*, influisce invece nel senso di aumentare gli sforzi di tensione, qualora si verificassero.

Adunque sta il fatto che se si ammette l' ipotesi di spalle immobili e non soggette ad influenza di temperatura, ed arco soggetto ad un abbassamento di 34.° C. di temperatura, si possono verificare sforzi di tensione di Kg. 18, 12 per cm^2 all'estradosso alle imposte; a tale tensione non sarebbero stabili le malte di collegamento fra un concio e l' altro, e si dovrebbero manifestare lesioni all'estradosso alle imposte.

L' esperienza che dimostra non esatti i risultati dei calcoli è precisamente quella data dal fatto che il ponte sta ed è stabile, ed i risultati dei calcoli non sono esatti, perchè le ipotesi messe a base degli stessi, in realtà non si verificano completamente nel Ponte di Morbegno.

È ben vero che le cerniere furono fissate nel mese di Agosto; ma l'arco fu chiuso nel mese di Aprile, e come ammette lo stesso Prof. Guidi nella dotta sua memoria, *l'attrito che senza dubbio si sarà sviluppato nelle cerniere nel tempo in cui esse dovevano essere attive, avrà in parte, seppure non completamente, contrastato la deformazione provocata dall' aumento di temperatura.*

Quindi per calcolare la massima oscillazione di temperatura è più esatto il riferirsi come punto di partenza al mese di Aprile che non al mese di Agosto, ed anzi a questo riguardo soggiungo che per diminuire gli sforzi di tensione, secondo me più temibili nel caso del Ponte di Morbegno che non quelli di compressione, sarebbe stato preferibile attendere il periodo di minima anzichè quello di massima temperatura per chiudere l' arco e rendere rigide le cerniere.

Col por termine a questa polemica tecnica in un argomento a cui finora si diede forse minor importanza di quella che merita, non ho che a rallegrarmi di aver avuto per gentili oppositori due illustri ingegneri, quali il Prof. Guidi ed il Prof Panetti, e debbo ringraziare sentitamente la Direzione del *Politecnico* che cortesemente accolse i miei scritti.

Genova, 22 Febbraio 1908.

Ing. Luigi Figari.

DI ALCUNI IMPIANTI

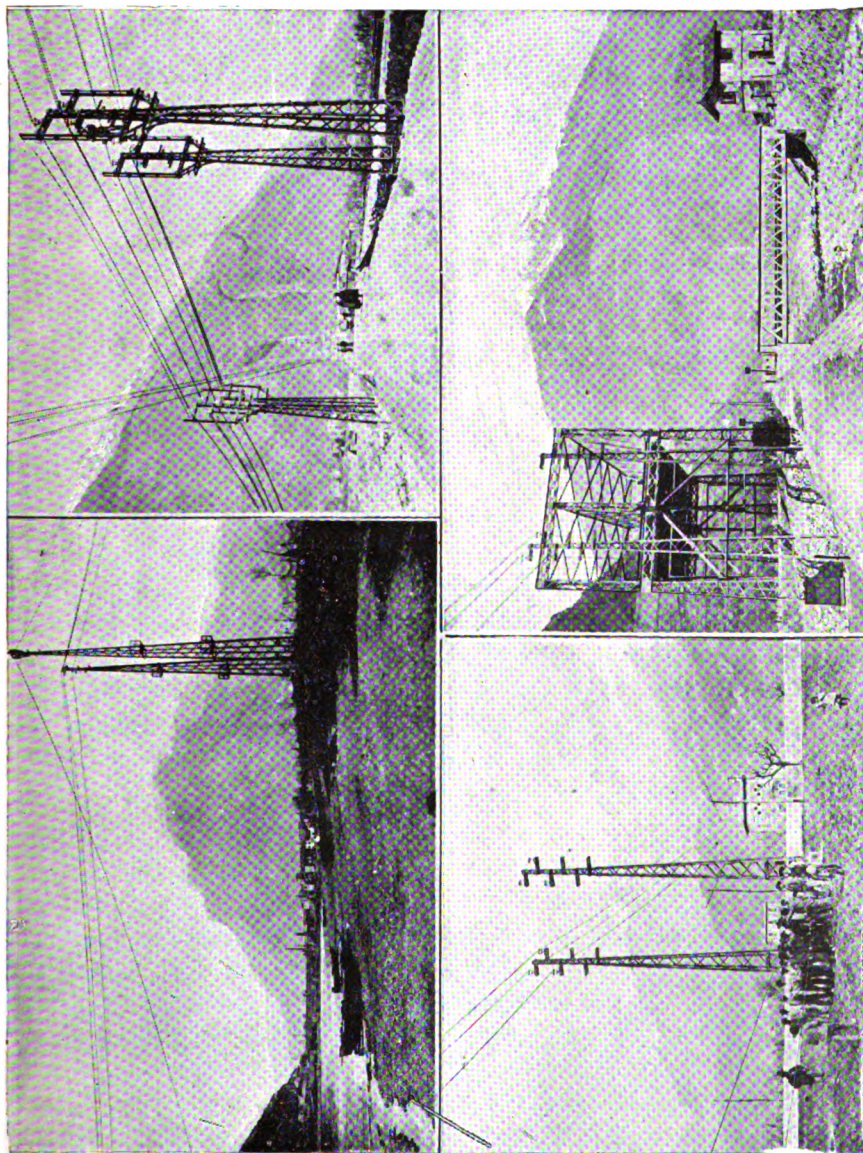
PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

L'IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DI BRUSIO
ED IL TRASPORTO DI ENERGIA IN LOMBARDIA

(Continuazione vedi pag. 3 e le tav. dalla 8 alla 13).

Nella stretta valle del fiume Poschiavino tra Campocologno e Tirano, non fu facile ricavare un appezzamento di terreno adatto alla costruzione di una grande stazione di trasformazione; si resero necessari importanti lavori di scavo in roccia, terrapieni di riporto, e manufatti importanti di fondazione. Similmente a quanto si era fatto per la centrale generatrice di Campocologno si adottò, anche per la stazione di trasformazione di Piattamala, la suddivisione in due sezioni uguali e simmetriche sia dal punto di vista costruttivo che da quello elettrico.

Dalla galleria che attraversa il confine, le sbarre collettrici dell'energia elettrica arrivano direttamente nel locale degli apparecchi di misura dell' energia fornita nell'interno della stazione trasformatrice. In questo stesso locale sono disposti per ciascun gruppo di conduttori degli interruttori principali a coltello e degli interruttori secondari per l'eventuale collegamento delle due sezioni a funzionamento normale indipendente. Questa disposizione permette il funzionamento separato delle due distinte sezioni dell'impianto, rendendo però anche possibile la marcia in parallelo.

Per il tratto di linea in galleria, non vennero installati interruttori automatici, poichè si temeva che una brusca interruzione del carico di 10000 o rispettivamente di 20000 Kw. (dato il collegamento in parallelo delle due sezioni) potesse provocare inconvenienti al macchinario idraulico; e d'altra parte si aveva ragione di ritenere non sufficientemente rispondente l'impiego di interruttori indipen-

Passerella e pali di linea per il trasporto dell'energia.

denti su ciascuna macchina (alternatori e trasformatori) anche quando il successivo funzionamento dei singoli interruttori avvenisse in tempo molto breve. In base a queste considerazioni, vennero installati degli interruttori nell'olio all'officina generatrice di Campocologno ed una serie di coltelli separatori alla stazione di trasformazione di Piattamala rendendo possibile in tal modo le manovre di distacco delle sbarre nell'interno della galleria senza pericolo per il macchinario dell'officina centrale e per il personale di servizio.

Posteriormente a ciascun interruttore a coltello venne disposto un quadro di manovra comprendente i seguenti apparecchi: tre amperometri, uno per ognuna delle fasi; un voltmetro con commutatore; un voltmetro registratore; 2 kilowattmetri registratori di tipo e costruzione differenti inseriti in serie; trasformatori di corrente e di tensione.

Si installarono due kilowattmetri di costruzione diversa per avere un controllo reciproco delle due letture.

Sempre nel locale di misura, sono installati tre amperometri, un voltmetro con commutatore, inseriti, attraverso trasformatori di misura, sulle linee in partenza a 50000 volt.

Dalla sala degli apparecchi di misura, le sbarre a 7000 volt passano in un locale sottostante dove sono derivate le singole linee che vanno ai trasformatori: le condotture derivate sulle quali sono inseriti degli interruttori a 7000 volt, passano attraverso pozzetti verticali praticati nell'interspazio fra due gruppi successivi di trasformatori, in una galleria centrale superiore, dove sono disposti i circuiti ai singoli trasformatori. Dai morsetti dei secondari dei trasformatori ad alta tensione, le linee proseguono fino agli interruttori a 50000 volt, uno per ciascuna fase, e da questi alle sbarre collettrici ad alta tensione disposte in una galleria di primo piano.

I conduttori delle diverse fasi sono separati tra di loro da tramezze in cemento armato, e la stessa disposizione venne adottata anche per le linee in arrivo e partenza di ugual fase a 50000 volt di tensione; tutti i circuiti interni sono costituiti con conduttori in rame nudo fissati ad isolatori scanalati.

Ciascun gruppo trasformatore comprende sul circuito a 7000 volt, un interruttore tripolare e sull'alta tensione degli interruttori unipolari nell'olio. Tutti gli interruttori di ciascun gruppo trasformatore sono collegati tra di loro meccanicamente e possono venir disinseriti contemporaneamente per l'azione di un relais a tempo, azionato con corrente a bassa tensione attraverso un trasformatore di corrente.

Gli interruttori tripolari a 7000 volt sono racchiusi in apposite casse metalliche con sportelli a chiave che possono venir aperti soltanto quando gli interruttori stessi siano abbassati; le singole cabine degli interruttori unipolari a 50000 volt sono chiuse verso l'esterno con telai in lamiera ondulata scorrevoli entro guide.

Colla disposizione adottata per gli interruttori, è resa possibile in caso di sovraccarico o di eventuali guasti ad un gruppo trasformatore, di escludere contemporaneamente tanto gli avvolgimenti primari che secondari, impedendo che interruzioni localizzate in determinati punti, possano influire sul funzionamento generale dell' officina.

Inoltre, su ciascuna fase è inserito, attraverso un trasformatore di corrente, un amperometro, che permette la lettura del carico dei singoli trasformatori e le conseguenti manovre di regolazione.

Finalmente su ciascun trasformatore sono inserite delle bobine di induzione, mentre i fili neutri comuni a ciascun gruppo vanno a terra attraverso un parafulmine a corna; ciascun gruppo di trasformatori e relativi apparecchi può venir escluso dal circuito attivo mediante interruttori a coltello.

I trasformatori sono del tipo ad olio con raffreddamento a circolazione d'acqua e rispondono alle seguenti garanzie:

Potenza normale continua: 1250 KVA; rapporto di trasformazione 7500/47000 od anche 7700/48300 volt corrispondentemente alle variazioni di tensione alle macchine generatrici nell'officina di Campocologno; tensione massima a funzionamento continuo 50000 volt, rendimento a pieno carico: 97, 5 %; a metà carico 96, 5

Caduta di tensione per $\cos \varphi = 1$ 1 %
idem » $\cos \varphi = 0,8$ 2, 2 %

Caduta di tensione massima in corto circuito 2, 8 %

Riscaldamento a funzionamento e carico normale 45° C. sopra la temperatura esterna impiegando 20 litri d'acqua al minuto alla temperatura massima di 15° C.

Sovraccarico del 25 % per 6 ore con riscaldamento a 45° C con un consumo d'acqua di 40 litri; ovvero il 25 % per due ore con un consumo di 20 litri d'acqua di raffreddamento, ed una temperatura di 60° C.

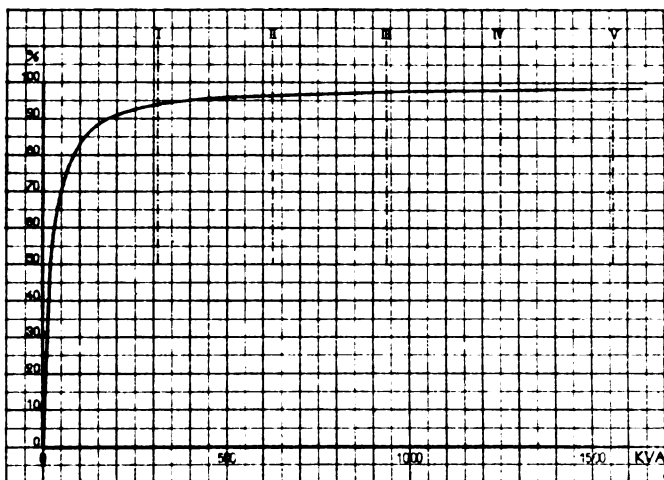
Prova di isolamento: 65000 volt per dieci minuti tra secondario e nucleo.

Queste garanzie risultarono effettivamente nelle prove di collaudo.

Nella corsia centrale del locale dei trasformatori e parallelamente alla fronte dei trasformatori stessi vennero installati due binari sui quali può scorrere un carrello a sagoma speciale che serve quando si debbano rimuovere o smontare i trasformatori.

Le manovre di montaggio, smontaggio, rifornimento d'olio ecc. si effettuano rapidamente per mezzo di una gru di 10 tonnellate di portata che corre lungo tutta la corsia centrale del locale dei trasformatori.

È forse questa la prima volta che una stazione di trasformazione sia stata progettata ed eseguita in modo così completo anche nei singoli dettagli; il che del resto riesce indispensabile quando si vogliano semplificare e rendere sicure tutte le manovre di regolazione, manutenzione ecc.

Le sbarre collettrici a 50000 volt vanno direttamente agli interruttori di linea costituiti ognuno da tre interruttori monopolari nel-

Curve di rendimento dei trasformatori a $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$, $^1/_1$ *di carico.*

l'olio accoppiati tra loro; si è previsto per questi interruttori la manovra a mano onde impedire, in casi di sovraccarichi, le brusche interruzioni proprie agli interruttori automatici.

Sulle linee in partenza sono inseriti coll'intermediario di trasformatori di misura, dei voltmetri e degli amperometri installati, come si è più sopra accennato, nella sala degli apparecchi di misura.

L'alta tensione in linea, la quantità rilevante di energia trasportata, la lunghezza, le variazioni di livelletta del tracciato della linea e finalmente le condizioni speciali per quanto riguarda le perturba-

zioni atmosferiche della zona attraversata, richiesero uno studio ed una istallazione accurata di tutti quei mezzi atti a difendere l'impianto dalle possibili fulminazioni, dalle sovratensioni dipendenti da false manovre di apertura o chiusura dei circuiti ecc.

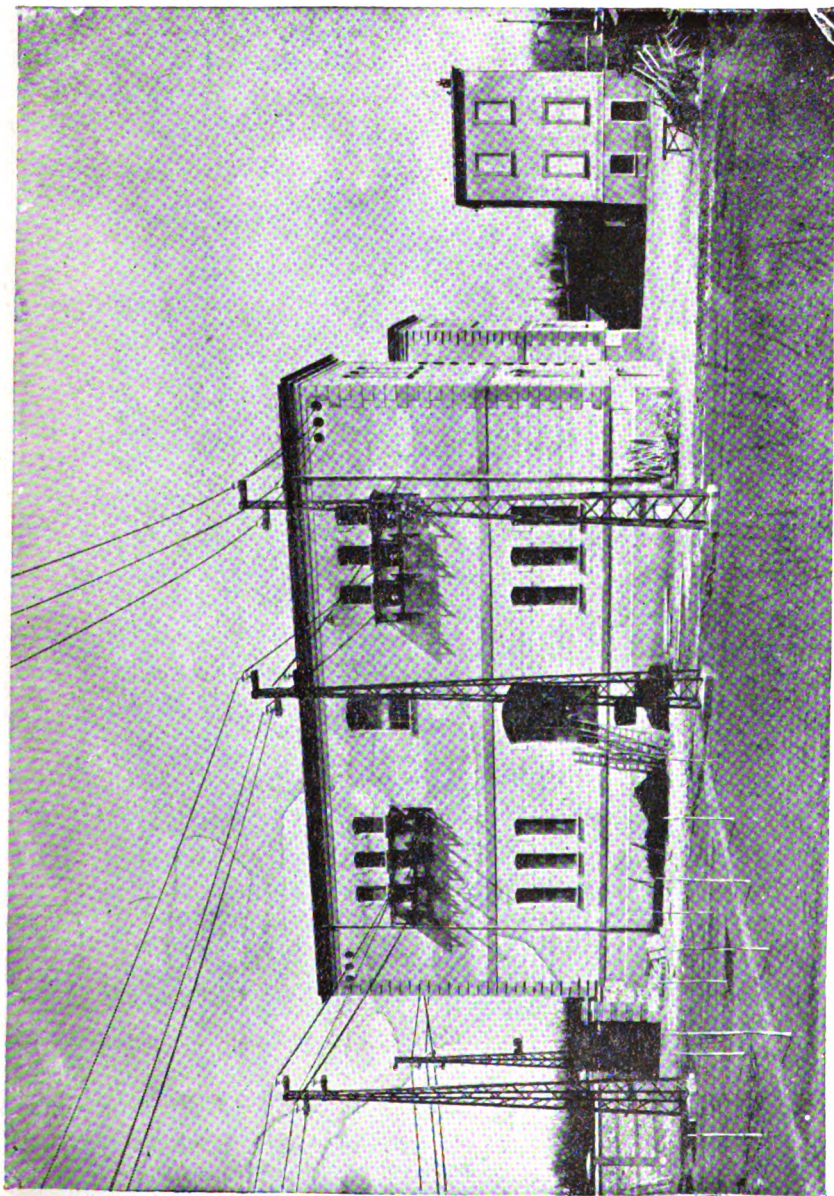
Come si è già accennato più sopra, immediatamente prima e subito dopo ciascun gruppo trasformatore, vennero inserite delle bobine di induzione che hanno come è noto l'ufficio di ridurre gli effetti delle sovratensioni; oltre a questo i fili neutri vennero messi a terra attraverso scaricafulmini convenientemente tarati.

Prima dell'uscita della linea all'aperto e precisamente subito dopo gli interruttori, sono inserite altre bobine di induzione, costituite in ogni loro parte con materiale incombustibile e precisamente con nastro di rame, con strati interposti di materiale isolante, avvolto su un cilindro di ottone, per modo che la bobina risultante (60 avvolgimenti) acquista una notevole resistenza meccanica necessaria a controbilanciare le sollecitazioni del materiale provocate da brusche variazioni di tensione o di corrente.

Per quanto riguarda gli scaricafulmini l'installazione comprende tre tipi diversi.

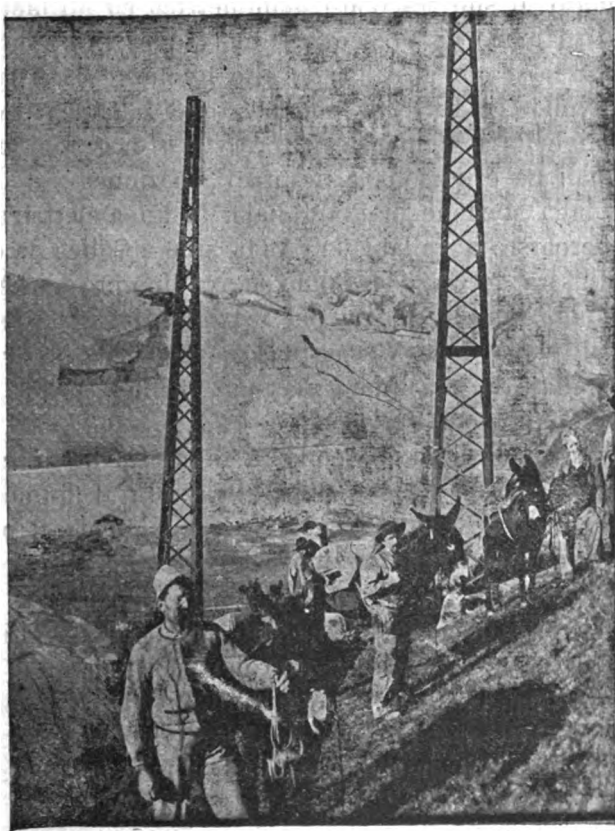
È noto generalmente come sia impossibile difendere un impianto generatore contro l'azione diretta di una scarica atmosferica sulla linea e d'altra parte questo caso si presenta rarissimamente anche su linee di distribuzione di grande sviluppo; si hanno invece maggiormente a temere delle scariche parziali dipendenti da una scarica di fulmine a terra o tra due nubi vicine. Per difendersi da queste scariche vennero installati dei parafulmini a corna e resistenze liquide destinate a ridurre gli effetti di corto circuito provocati da una scarica uniforme suddivisa attraverso diversi scaricatori a corna.

Un altro pericolo per l'impianto è rappresentato dalle sovratenzioni provocate in linea sia per l'azione induttiva di un fulmine scaricatosi a terra in vicinanza della linea, sia anche per effetto di scariche atmosferiche statiche

Contro queste sovratensioni, che possono a seconda dei casi provocare correnti di alta frequenza, od anche caricare staticamente la linea, si prestano vantaggiosamente gli scaricatori a cilindretti, più sensibili di quelli a corna, e che non cessano dal funzionare anche quando le successive scariche avvengono molto rapidamente. E finalmente contro le sovratensioni provocate da variazioni nella tensione o nella corrente, si utilizzano scaricatori a getto d'acqua che assicurano una costante messa a terra della linea. Gli apparecchi adottati nell'impianto sono a getto verticale ascendente della lun-

Stazione di trasformazione di Lomazzo.

ghezza di 50 cm. circa e di 1 centimetro di diametro; la corrente che li attraversa è di circa 0, 1 ampère.

Accenneremo incidentalmente che tanto l'acqua di raffreddamento dei trasformatori che quella degli scaricatori a getto, venne derivata con un salto di 8 metri, da una sorgente incontrata durante i lavori di scavo della galleria di collegamento delle due officine generatrice e di trasformazione.

Sulle linee che vanno agli scaricatori ad acqua sono inseriti degli amperometri che oltre a segnare gli ampères che attraversano lo

Trasporto del cemento lungo la linea.

scaricatore servono a stabilire il grado di isolamento dell'impianto poichè, come è noto, una diminuzione di intensità di corrente in una fase è provocata da un difetto di isolamento. Tutti gli scaricatori possono venir esclusi dal circuito per mezzo di interruttori a coltello; altri interruttori a coltello si trovano inseriti prima del-

l'uscita della linea all'aperto e servono a mettere fuori tensione l'intera linea. Tutte le parti metalliche dell'impianto e precisamente quelle che non fanno parte dei circuiti elettrici, sono collegate tra di loro e messe a terra.

Linea elettrica Piattamala-Lomazzo-Castellanza. — La linea elettrica destinata a trasportare l'energia generata dall'impianto idro-elettrico di Campocologno, nella zona di consumo assegnatole dalla Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica fu da quest'ultima studiata e costruita appoggiandosi specialmente ai criteri della massima sicurezza di esercizio e della maggiore semplicità d'impianto. Il suo tracciato planimetrico ed altimetrico fu studiato quindi in modo da presentare una facile accessibilità e sorveglianza evitando il più possibile le alte livellette e le brusche variazioni di livello. In tutto il suo percorso la linea riesce quasi sempre in immediata vicinanza di ferrovie o di grandi arterie stradali dalle quali ne è comoda e pronta l'ispezione.

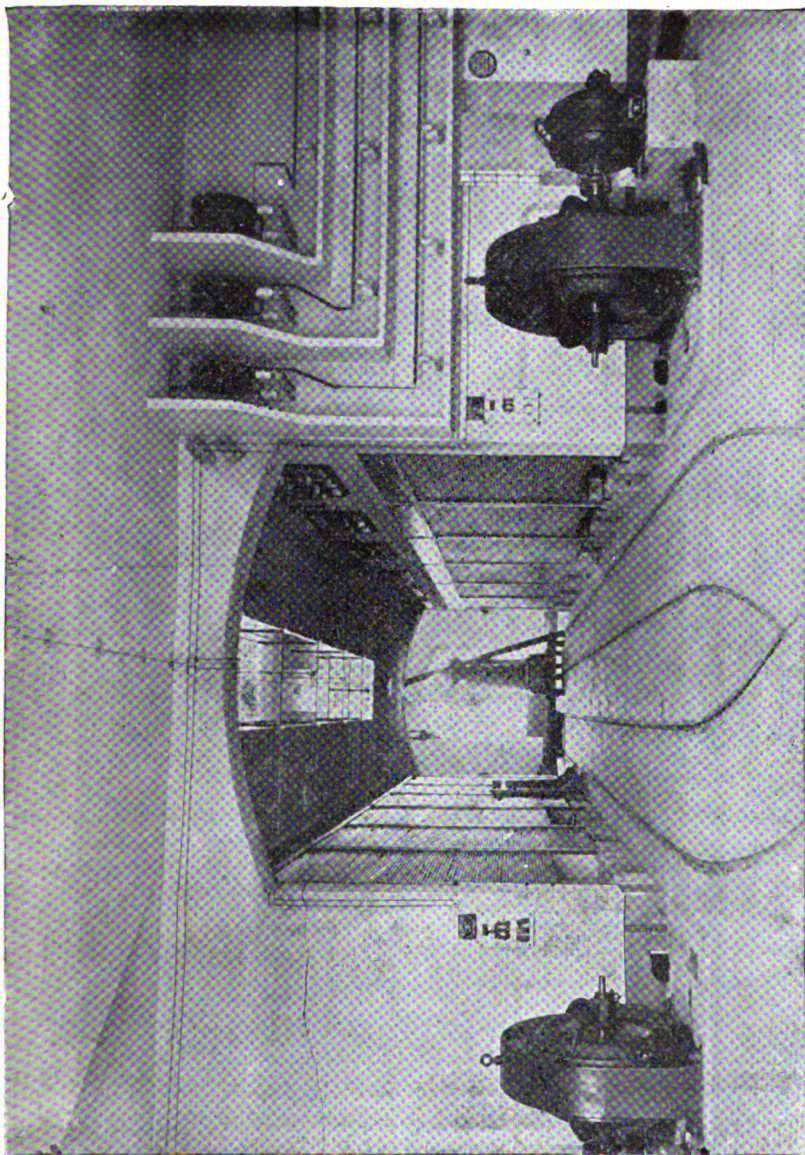
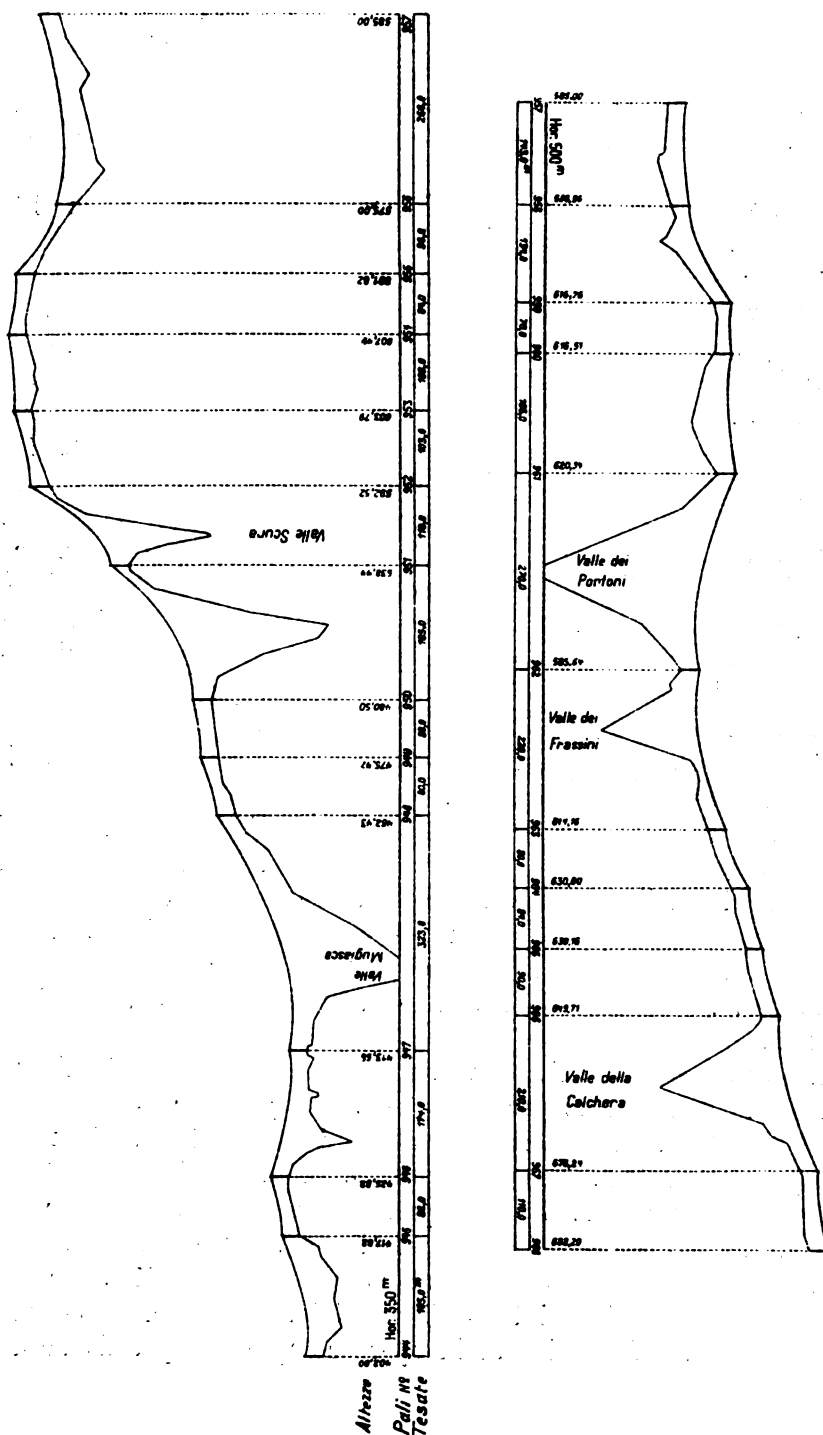
Partendo dalla stazione di Piattamala, la linea elettrica segue nel suo primo percorso la vallata dell'Adda sino a Colico da dove lungo la sponda sinistra del lago di Como arriva fino pressochè sopra Bellano. Da Bellano essa si inoltra per la valle Muggiasca sino a raggiungere l'altipiano della Valsassina, toccando allo spartiacque di queste due vallate la sua quota massima di 650 metri sul livello del mare, in Comune di Parlasco.

Dalla Valsassina la linea discende in territorio di Lecco dove, in immediata vicinanza di questa città, attraversa il fiume Adda con una campata di circa 300 metri; in questa campata il profilo della linea presenta la sua livelletta minima corrispondente a 195 metri sul livello del mare.

Da Lecco la linea attraverso le fertili colline della Brianza raggiunge, pressochè in linea retta, uno dei suoi capolinea nella stazione di Lomazzo a 145 Km. da quella di Piattamala; da Lomazzo alla successiva stazione capolinea di Castellanza intercede una distanza di circa Km. 13 in aperta campagna, che la linea sovrapassa pressochè in rettifilo.

La linea elettrica consta di due distinte palificazioni distanti tra di da loro asse ad asse circa 4 metri; ogni palificazione è destinata a portare due condutture di tre corde cadauna; attualmente sono in opera due condutture una per ogni palificazione ma l'attrezzamento dei pali è già predisposto per ricevere tutte le 12 corde delle quattro precitate condutture.

I sostegni delle due palificazioni sono formati conformemente al

Interno della stazione trasformatrice di Lomazzo.

Profilo longitudinale della linea a 50 000 Volt tra Bellano e Parlasco.

disegno da robusti tralicci in ferro con fondazioni in calcestruzzo di calce idraulica; la distanza normale intercedente tra i sostegni è di metri 120 ma per ben 87 campate la lunghezza ne è superiore fino a raggiungere nell'attraversamento della vallata della Garavina in Comune di Colico un'ampiezza di 390 metri. Questi sostegni in ferro furono calcolati per sopportare le sei treccie di rame delle due condotture di ogni palificazione, treccie costituite da 19 fili di rame di mm. 2,65 cadauno con un diametro complessivo di mm. 14 ed una sezione complessiva di mmq. 105. A base del calcolo fu ammesso un sovraccarico di vento di Kg. 120 per mq. corrispondente ad una velocità oraria di 115 Km. circa. Il lavoro massimo ammesso pel rame fu di 6 Kg. per mmq., quello pel ferro di 12 Kg.; la variazione massima di temperatura di 50° C.

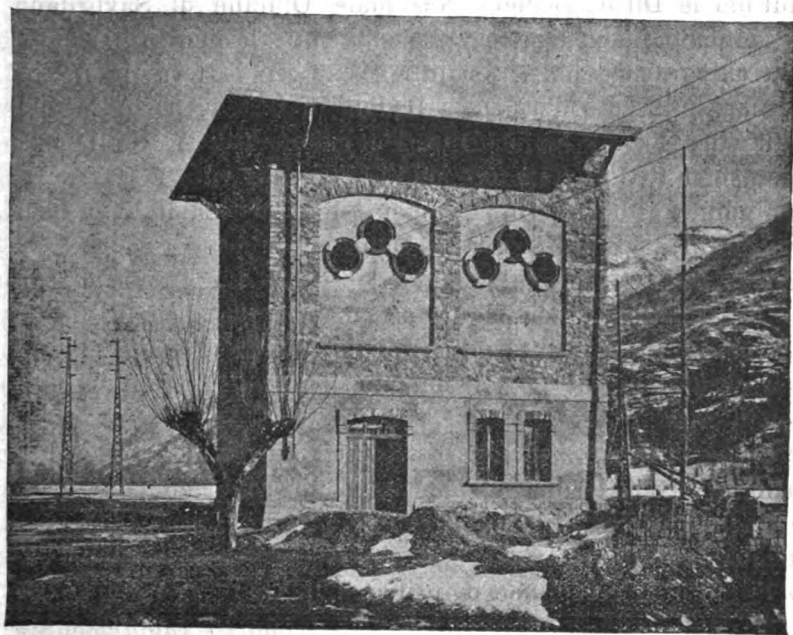
Per corrispondere poi alle diverse condizioni d'angolo e di campata con pochi tipi normali di sostegno ne furono prefissati 4 tipi con pesi varianti da 700 a 1270 Kg. cadauno. Nella parte superiore dei sostegni sono disposti i 6 bracci destinati al sopporto delle corde di rame; ogni braccio rinchiude alla sua estremità superiore un blocco di legno di rovere o di castano impregnato di carbolineum nel quale è infisso ed assicurato il perno in acciaio dell'isolatore.

Una particolare cura venne dedicata allo studio del tipo di questi isolatori, di cui la costruzione appare dal disegno. Il tipo scelto ha dato nella pratica soddisfacentissimi risultati.

Come risulta dal disegno del sostegno la distanza tra i punti di appoggio delle corde sugli isolatori è di 115 mm.

I lavori di asservimento e di costruzione di questa linea iniziati nella primavera del 1905 vennero completamente ultimati nei primi mesi del 1907. Essa attraversa nel suo percorso più di 6000 fondi privati situati in ben 94 Comuni di tre diverse Provincie. Presenta 10 attraversamenti di ferrovie normali, un attraversamento di tramvia ordinaria, 10 di strade nazionali e provinciali e 120 di strade comunali.

Il costo medio per l'asservimento e passaggio dei fondi attraversati fu di lire 2,35 per ml., quello di ogni singolo sostegno di circa lire 400 compresa la sua messa in opera e la sua fondazione. La quantità di ferro impiegata per i 3014 sostegni e per le passerelle in ferro fu di 2700 tonn.; quella del rame impiegato per le due condutture attualmente in esercizio di tonn. 900 con un costo medio di lire 400 per la messa in opera completa di ogni Km. di conduttura. Il costo medio dei 10000 isolatori impiegati nella costruzione di questa linea fu di lire 13 in opera compreso il portaisolatore.

Per meglio assicurare il servizio della linea e la sua riparazione in caso di guasti, essa venne divisa in 6 tronchi mediante intercalazione di cabine di servizio. Il primo tronco di Km. 27 circa si estende dalla stazione di Piattamala alla cabina di Sondrio; il secondo di K. 42 circa dalla cabina di Sondrio a quella di Laghetto; il terzo di 19 Km. circa, dalla cabina di Laghetto a quella di Cor-

Cabina di servizio di Sondrio.

tenova; il quarto di 22 Km. circa dalla cabina di Cortenova a quella di Lecco: il quinto di 36 Km, circa dalla cabina di Lecco alla stazione di Lomazzo; il sesto di 14 Km. circa è quello intercedente tra la stazione di Lomazzo e quella di Castellanza.

Queste cabine sono disposte in modo da escludere separatamente i singoli tronchi di conduttura tra loro intercedenti, di modo che è possibile procedere alla riparazione lungo un tronco qualsiasi di una delle due condutture mantenendo il servizio mediante il corrispondente tronco dell'altra conduttura. Oltre ai coltelli di sezionamento tutte le cabine sono provviste di parafulmini a corna. Quelle di Sondrio e Cortenova sono dotate di parafulmini a getto d'acqua quelle di Laghetto e di Lecco di parafulmini a cilindretti.

Parallelamente alla linea elettrica, ad una distanza di circa 20 m. da essa, si svolge la linea telefonica destinata alle comunicazioni

di servizio tra le diverse stazioni, uffici e cabine; essa consta di una palificazione in legno portante il circuito telefonico costituito di due fili di rame cadauno del diametro di mm. 3. Le stazioni telefoniche distribuite lungo il percorso della linea sono 30; il costo per ogni Km. di linea telefonica fu di lire 1200 circa, quello di ogni stazione di lire 150 circa.

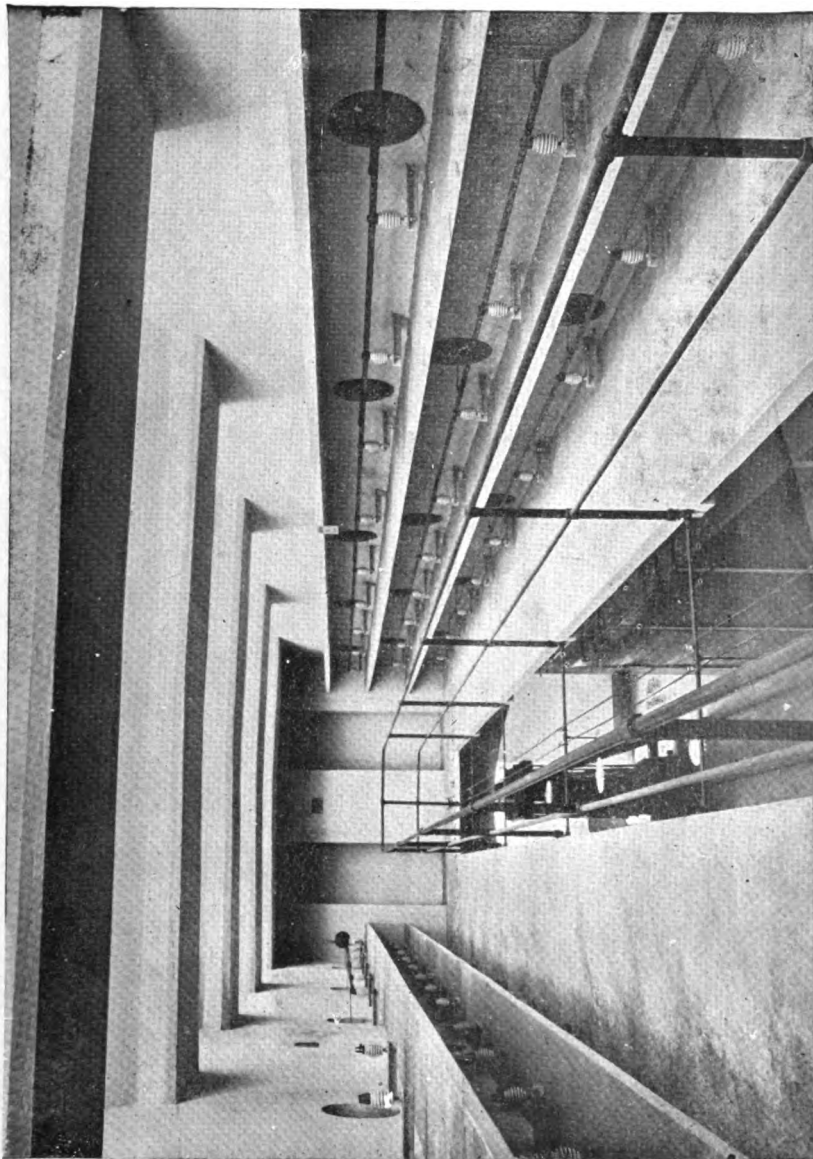
I fornitori principali del materiale occorrente alla costruzione della linea furono le Ditte: Società Nazionale Officine di Savigliano di Torino per la palificazione in ferro e la Ditta Richard Ginori per gli isolatori. Oltre queste ditte fornirono sostegni in ferro la Ditta Laini Nathan di Milano e la Ditta Badoni di Lecco; parte degli isolatori fu pure fornita dalla Ditta Porzellanfabrik A. G. Hermsdorf Kloslerlausnitz e H. Schomburg und Söhne — Berlin. Fornitrici della corda di rame furono le Ditte Società Metallurgica Italiana di Livorno e la Ditta Fratelli Selve di Donnaz.

La linea, certamente la più importante d'Italia e forse d'Europa per la sua grandiosità e l'importanza dei servizi a cui viene destinata, fu messa in esercizio coi primi del Marzo 1907 e da allora funziona perfettamente corrispondendo con tutta praticità agli scopi per i quali essa fu progettata.

Stazione di trasformazione di Lomazzo. — La stazione di trasformazione di Lomazzo alla quale mettono capo come si è detto le due linee in partenza da Campocologno, rappresenta il vero centro di distribuzione dell'intera rete in quanto l'energia in arrivo viene suddivisa sulle diverse linee di utilizzazione.

Il fabbricato centrale della stazione di Lomazzo rappresentato in pianta e sezioni nelle tavole ha una lunghezza di 36 metri per 17 di larghezza e 10 metri d'altezza e viene a raccordarsi alle due estremità con altri due corpi di fabbricato di 26 metri di larghezza e 14,6 metri d'altezza.

L'installazione elettrica comprenderà ad impianto finito, sei trasformatori monofasi da 1250 KVA ognuno, con un rapporto di trasformazione 40000/11000 volt e sei trasformatori trifasi da 500 KVA ognuno con un rapporto di trasformazione 11000/20000 volt. Attualmente si notano tre soli trasformatori monofasi da 1250 KVA, un quarto di riserva e tre trasformatori trifasi.

Lo schema dei circuiti di distribuzione (vedi tav. 13) venne tracciato secondo i seguenti concetti: delle due linee provenienti dalla stazione di Piattamala la linea A alimenta la stazione ricevitrice di Lomazzo, mentre la linea B, viene collegata colla ricevitrice di Castellanza attraverso una linea C in partenza da Lomazzo.

Interno della stazione trasformatrice di Lomazzo.

Da questa stazione si diramano tre linee alla tensione di circa 11000 volt che alimentano la rete di distribuzione generale della Società Lombarda, mentre una quarta linea a 20000 volt di tensione, fornisce energia alla città di Como; infine un'ultima linea a 11 000 volt collega direttamente Lomazzo con Castellanza. A funzionamento normale, la linea A alimenta Lomazzo, la B, Castellanza attraverso la linea di collegamento C, mentre d'altra parte sono possibili anche i seguenti collegamenti secondari:

1) Collegamento in parallelo delle due linee e servizio contemporaneo delle due stazioni;

2) Una linea alimenta contemporaneamente le due stazioni;

3) Ciascuna linea può alimentare sia l'una che l'altra delle stazioni;

4) Invio di energia a Lomazzo attraverso la linea C.

In quest'ultimo caso, l'energia elettrica sviluppata nella Centrale a vapore di Castellanza va a sussidiare eventualmente i tre impianti idroelettrici di Vizzola-Turbigo e Brusio. Come schema normale di distribuzione nel periodo di prova si ritenne che la corrente a 40000 volt da Castellanza venisse trasformata ad 11000 volt ed inviata direttamente sulla linea; parte di questa energia viene sopraelevata a 20000 volt di tensione. Nel caso di eventuali incidenti o guasti al macchinario, la linea C poteva venir collegata direttamente alle sbarre a 11000 volt mediante l'esclusione dei trasformatori ed essere alimentata dalla stazione di Castellanza alla tensione corrispondente

Per le due linee in arrivo si adottarono apparecchi protettori e scaricafulmini dello stesso tipo installato sulle linee in partenza da Piattamala e quantunque lo schema dei circuiti permettesse di proteggere cogli scaricatori della linea A anche la linea B tuttavia si preferì di inserire anche sulla linea B scaricatori proprii in relazione a quelli disposti nelle cabine lungo la linea stessa. Per il rifornimento degli scaricatori a getto d'acqua si provvide con un piccolo impianto di pompe e relativo serbatoio che dà acqua ad una pressione di 12 metri circa.

Sulla condotta alimentante ciascun scaricatore a getto, è inserito un apparecchio speciale della Ditta Koerting di Hannover che riduce del 50 % circa il quantitativo d'acqua necessario, in quanto determina, per effetto della pressione stessa, un ritorno in circolazione di parte dell'acqua che si era già raccolta nella vaschetta inferiore dello scaricatore.

Le condutture a 40000 Volt passano dietro agli scaricatori nel riparto del primo piano (A) della stazione trasformatrice ed arrivano

attraverso fori praticati nel pavimento, ai singoli interruttori monopolari dei trasformatori.

La disposizione degli interruttori, dei singoli gruppi trasformatori, delle condutture, ecc., è consimile a quella adottata nella stazione di Piattamala, il che rende inutile una ulteriore descrizione. Dagli interruttori tripolari a 11000 volt, le condutture arrivano alle sbarre collettrici a 11000, che, disposte al piano terreno attraversano longitudinalmente tutto il fabbricato e possono venire inserite sulla linea C; dalle sbarre a 11000 volt sono derivate le singole diramazioni alle linee, ognuna con interruttori automatici e scaricafulmini, e quelle ai trasformatori trifasi.

Mentre nelle stazioni di trasformazione di Piattamala e Castellanza i trasformatori sono del tipo ad olio con raffreddamento ad acqua, nella stazione di Lomazzo si installarono trasformatori con raffreddamento ad aria forzata e questo sempre per stabilire praticamente quale dei due sistemi sia meglio rispondente. All'atto pratico restò dimostrato che tutti e due i tipi di trasformatori sono rispondenti alle condizioni di buon funzionamento presentando un ugual grado di sicurezza e che anzi, in certi casi, si dovrebbe dare la preferenza ai trasformatori a ventilazione forzata per i quali è reso più facile il lavoro di manutenzione.

I trasformatori monofasi installati a Lomazzo hanno una capacità, normale di 1250 KVA ognuno e riuniti in gruppi di tre costituiscono un gruppo trasformatore trifase con un rapporto di trasformazione 42000/11000 volt. Gli avvolgimenti primari comprendono un certo numero di bobine che possono venire eventualmente escluse quando si volesse abbassare la tensione a 35000 volt a seconda del grado di perdita in linea. Le garanzie contrattuali, che risultarono confermate nelle esperienze di collaudo, sono le seguenti:

Rendimento a pieno carico 97 % a mezzo carico 96, 5 %
Caduta di tensione per cos $\varphi = 1$ a pieno carico 1 »
» » cos $\varphi = 0,8$ » » 3 »
» » in corto circuito » » 3 »
Surriscaldamento 45° C.

Prove di isolamento: per l'alta tensione, 65 000 volt per 10 minuti tra ferro e secondario; per la bassa tensione 17 000 volt; sovraccarico: 25 % per due ore con riscaldamento a 60° C. Nella percentuale di rendimento è compresa l'energia assorbita dai ventilatori.

I trasformatori sono piazzati nella sala centrale del fabbricato in

cabine separate e chiudibili verso l'esterno con griglie in ferro; sotto il pavimento di ciascuna cabina sono tracciati i canali di ventilazione che arrivano ai ventilatori azionati da motori asincroni. Ciascun gruppo ventilatore è sufficiente per 6 trasformatori, per modo che uno dei due rimane sempre come riserva; il volume d'aria per ciascun trasformatore viene regolato con valvole a piatto. I trasformatori trifasi hanno una capacità di 500 KVA con un rapporto di trasformazione 11000–19000 e rispondono alle seguenti garanzie:

Rendimento a pieno carico e $\cos\varphi = 1$	97 %	$\cos\varphi = 0,8$	96 %
» a $^3/_4$ di carico » 1	96 »	» »	95 »
» a $^1/_2$ carico » 1	95,5 »	» »	94,5 »
Caduta di tensione a pieno carico » 1	1,5 »	» »	3 »

Riscaldamento: 50° % sopra la temperatura esterna. Savraccarico ammissibile: 20 % per 2 ore. Prova di isolamento tra primario e secondario per una tensione doppia di quella a funzionamento normale.

Le linee che alimentano questi trasformatori derivati dalle sbarre a 10000 volt, vanno ad interruttori tripolari nell'olio e da questi ad altre sbarre collettrici disposte un in corridoio di primo piano del fabbricato centrale.

Prima e dopo ciascun trasformatore si sono previsti degli interruttori a coltello; di questi, quelli della bassa tensione, sono disposti nella parte centrale sopra a ciascuna cabina, quelli sull'alta tensione nello spazio che trovasi dietro le cabine stesse. Le sbarre collettrici a 20000 volt sono disposte nel locale simmetrico a quello delle sbarre a 40000 volt nel lato B del fabbricato.

L'impianto della linea a 20000 volt, degli scaricafulmini ecc. è identico al tipo adottato nella stazione di Piattamala. La linea ha una lunghezza di 50 Km. e fornisce energia alla città di Como.

La stazione di trasformazione di Castellanza. — La Centrale a vapore di Castellanza che comprende come è noto (vedi « *Il Politecnico* » anno LIV) due motrici a stantuffo da 2500 HP ognuna e due turbine a vapore da 5000 HP ognuna, serve quale riserva per gli impianti idro-elettrici di Vizzola e Turbigo e potrà d'ora innanzi, dati i recenti lavori di adattamento, sussidiare eventualmente anche l'officina generatrice di Campocologno.

Lo schema dei circuiti della Centrale venne completato in modo da permettere il collegamento delle linee in partenza con ciascuna delle linee provenienti dalle tre officine idro-elettriche ed inoltre

colle sbarre collettrici della energia di riserva sviluppata dal macchinario a vapore.

L'installazione dei trasformatori in questa Centrale di riserva non si potè progettare nel modo adottato per le altre stazioni di trasformazione, in quanto si dovettero disporre le sbarre e gli apparecchi sovrapposti in verticale in tre piani distinti onde utilizzare lo spazio disponibile nel modo migliore.

Qui accenneremo incidentalmente che data la necessità di un aumento del macchinario di riserva a vapore, venne deciso di fabbricare un'altra stazione trasformatrice indipendente vicina a quella a vapore e sufficiente per l'installazione di 18 trasformatori. Questo nuovo fabbricato si sta ora eseguendo. Attualmente l'impianto di trasformazione di Castellanza comprende 6 trasformatori monofasi da 1250 KVA ed è suddiviso in due sezioni da tre trasformatori ognuna.

Le due sezioni di trasformatori sono disposte contro le pareti della sala e collegate tra di loro con una passerella; l'entrata delle linee si effettua all'ultimo piano dal lato di sinistra e qui si notano gli interruttori a coltello e quelli di corto circuito delle linee in arrivo come pure gli scaricafulmini del tipo a cilindretti.

Gli scaricafulmini a corna sono raggruppati invece in un fabbricato a torre indipendente che servirà quando l'impianto verrà completato col nuovo fabbricato, per l'istallazione di tutti gli scaricafulmini a cilindretti ed a getto d'acqua; al piano di mezzo sono disposte le sbarre collettrici a 40000 volt; al primo piano, gli interruttori, i diversi apparecchi e gli scaricafulmini a getto d'acqua dagli interruttori a 11000 volt, le condutture arrivano al quadro di distribuzione attraversando il piano cantinato.

I quattro interruttori di ciascun gruppo sono collegati tra di loro e comandati a distanza da un quadro di manovra disposto sulla fronte delle cabine dei trasformatori; gli apparecchi di manovra sono dello stesso tipo adottato nelle altre stazioni, colla differenza però che tanto sull'alta che sulla bassa tensione si notano trasformatori di corrente e relais inseriti sulle bobine di comando degli interruttori in modo che quando i trasformatori ricevono la corrente da Campocologno agiscono i relais sull'alta tensione, intervenendo invece quelli sulla bassa tensione quando l'energia proviene dalla centrale stessa di Castellanza. Disposizione questa necessaria, quando la officina a vapore dovesse funzionare esclusivamente come riserva.

L'energia elettrica che aziona gli interruttori è data da una sorgente a corrente continua.

I trasformatori sono piazzati in cabine separate e costruttivamente parlando, sono identici a quelli installati nella stazione di Piattamala con un rapporto di trasformazione 11000/42000 e rispettivamente 35000 volt.

I dati di garanzia sono i seguenti: rendimento a pieno carico 98 % — a mezzo carico 97 % — caduta di tensione e $\cos \varphi = 1$: 1 % — $\cos \varphi = 0,8$: 2 % — in corto circuito 2,5 % con un riscaldamento di 45° C. sulla temperatura esterna impiegando 20 litri d'acqua a 15° C e per minuto con un sovraccarico 25 % per 6 ore con un consumo di 40 litri d'acqua al 1' e 45° C di aumento di temperatura — oppure 25 % per due ore con consumo d'acqua normale e 60° C. di aumento di temperatura. Prova di isolamento: 65000 volt per 10 minuti tra le bobine ad alta tensione, il nucleo e le bobine di bassa tensione.

Continua.

SUL CALCOLO DELLA CAPACITÀ DEL CILINDRO
NEGLI ATTUALI MOTORI A GAS POVERO
DA 20 A 4000 CAV. EFF.

(Continuazione, Vedi pagina 84 e la Tav. 14).

Schweizerische Lokomotiven u. Maschinenfabrik-Winterthur. — Togliamo dal Witz i risultati di esperimenti fatti in due installazioni di motori Winterthur.

$$\begin{aligned} N_n &= 100 \text{ cav. nom.} \\ D &= 520 \text{ mm.} \\ s &= 760 \text{ »} \\ n &= 160 \end{aligned} \qquad (48)$$

Le prove si fecero allo sviluppo di 104, 83 cav. eff. e siccome la pressione al diagramma ebbe il valor medio:

$$p_m = 4,9 \text{ Cgcmq.}$$

così egli è:

$$W = \frac{27}{4,9} = 5,5 \text{ mc.}$$

da cui si ha facilmente il valore di N_i, che il Witz non riporta, e dal confronto fra N_e ed N_i avremo anche il valore di R_m che pur non figura fra i dati del Witz.

$$W = 5,5 = \frac{0,2124 \times 0,76}{N_i} 160 \times 30$$

$$N_i = 141 \text{ cav. ind.}$$

$$R_m = \frac{104,83}{141} = 0,75.$$

Il consumo di combustibile è risultato di 395 gr. al gasogeno (antracite di Bonne-Esperance del potere calorifico di 7859 calorie).

Il dispendio di calorie al gasogeno per cav. eff. ora è dunque:

$$7859 \times 0,395 = 3100 \text{ cal.}$$

Posto che il generatore abbia il rendimento totale dell'80 per cento risulta:

$$R_t = \frac{632}{3100 \times 0,8 \times 0,75} = 0,36.$$

Infine:

$$Q = 1860$$

$$\gamma = 338$$

L'altra prova venne fatta sul motore:

$$\begin{aligned} N_n &= 30 \text{ cav. nom.} \\ D &= 310 \text{ mm.} \\ s &= 450 \quad » \\ n &= 220 \end{aligned} \tag{49}$$

Si ebbe:

$$N_e = 30,4 \text{ cav. eff.}$$

$$N_i = 38 \quad » \quad \text{ind.}$$

$$R_m = 0,8$$

E siccome il rendimento totale risultò del 23,7 per cento così è:

$$R_t = 0,296$$

Ancora riesce:

$$W = 5,9 \text{ mc.}$$

$$Q = 2140 \text{ cal.}$$

$$\gamma = 363 \text{ cal./mc.}$$

Il gasogeno era alimentato da antracite Bonne Esperance del potere calorifico di 7820 calorie.

AGGIUNTE.

Le seguenti note erano alla fine quando lo scrivente lesse sulla Elektrotechnische Zeitschrift del 7 Nov. 1907 i risultati delle prove fatte dall'ing. E. G. Fischinger, sopra i Motori Nurnberg che comandano direttamente le dinamo di un impianto elettrico della A. G, Lauchbammer. I risultati sono assai interessanti e si vuol metterli sott'occhio.

L'impianto motore si compone di due unità ciascuna di due cilindri a doppio effetto accoppiati in serie ai dati:

$$D = 700 \text{ mm.}$$
$$s = 800 \text{ »}$$
$$n = 130$$
$$N_e = 700 \text{ cav. eff.}$$

Sono quindi due macchine D. T. 8 a 130 giri.

I gasogeni sono alimentati da lignite.

Dalle prove II III IV risulta il consumo di 3370 calorie per KW ora. Vi corrispondono:

$$0,9 \frac{\frac{3370}{1000}}{736} = 2230 \text{ cal. cav. eff. ora.}$$

E siccome il rendimento organico è risultato del 78 per cento (1) così ne viene:

$$R_i = \frac{632}{2230 \times 0,78} = 0,363$$

Di più, avendo la macchina sviluppato 446 KW misurati alla dinamo, risulta:

$$N_i = \frac{446,000}{736 \times 0,9 \times 0,78} = 860 \text{ cav. ind.}$$

(1) Si è dunque ben detto che il rendimento $R_m = 0.831$ per macchine di questo tipo è affatto eccezionale.

onde:

$$W = \frac{0,36 \times 0,8}{860} 130 \times 120 = 5,2 \text{ m}^3$$

a cui corrisponde:

$$p_m = 5,2.$$

Gli altri dati che assai interessano sono:

$$Q = 1740 \text{ cal.}$$

$$\gamma = 335 \text{ cal/mc.}$$

E siccome a queste prove la macchina non è stata spinta a sviluppare una potenza superiore a quella per cui venne costruita, così i valori di Q e di γ (e di conseguenza l'economia di combustibile), riescono semplicemente sbalorditivi.

Grazie ai meravigliosi motori della Nurnberg la Germania ha dalla lignite il Kw. ora *a meno di un pfennig.* Si riescirà a fare altrettanto bene in Italia?

V. — IL METODO E LA FORMULA CHE SI PROPONGONO.

L'esperienza ha dimostrato che il modo il più economico per bruciare i gas poveri è quello di mescolarli intimamente con aria in eccesso e di comprimerli fortemente limitandosi ad avere un margine di sicurezza assai ristretto contro il pericolo di accensioni intempestive.

Il calcolo dei motori a gas, che oggi non può essere fatto sopra lo studio del ciclo, potrebbe essere fondato sopra le relazioni che corrono fra il rendimento indicato R_i, il potere calorifico del gas povero, la quantità d'aria in eccesso ed il grado di compressione della miscela. Ma purtroppo le esperienze che vennero eseguite per trovare qualcuna di quelle relazioni non hanno potuto stabilire fatti di qualche portata, perchè le macchine sulle quali esse vennero condotte sono piccole affatto, e la loro termodinamica e la loro meccanica non fan legge per i motori di cui ci occupiamo (1).

Di tutti i dati che abbiamo a nostra disposizione ve n'ha due che

(1) Gli americani che costruirono negli ultimi anni qualche potente motore a gas fondandosi su disegni e conti di macchine di piccola importanza hanno potuto convincersi che il pantografo è il pessimo consigliere.

si prestano comodamente al calcolo della capacità del cilindro, e quindi alla determinazione del diametro e della corsa. Essi sono: il potere calorifico fittizio γ ed il rendimento R_i. Il primo tien conto del numero di calorie che può svolgere la miscela per metro cubo di volume aspirato, e quindi del suo potere calorifico e della compressione che le si può far subire impunemente; il secondo tien conto della quantità di calore che riesce trasformato in lavoro e quindi delle variazioni di temperatura e di pressione nel ciclo, della rapidità e grado di pienezza della combustione (e correlativamente della quantità di miscela che passa incombusta per il cilindro), dell'efficacia del raffreddamento e così via. È dunque razionale, oltre che comodo, di esprimere la capacità V del cilindro in funzione d'essi. Sia V espresso in mc.

Il numero di calorie fornite al motore per cav. ind. ora è:

$$Q = \frac{623}{R_i} \text{ cal.}$$

Il numero di metri cubi generato nelle fasi di aspirazione di un'ora per cav. ind. è:

$$W = \frac{V\, 60\, z}{N_i} \text{ mc.}$$

Il loro rapporto è:

$$\gamma = \frac{\frac{632}{R_i}}{\frac{V\, 60\, z}{N_i}} \text{ cal./mc.}$$

Da cui:

$$V = \frac{632\, N_i}{60\, R_i\, \gamma\, z} \text{ mc.}$$

Od anche:

$$V = 10,5 \frac{N_i}{R_i\, \gamma\, z} \text{ mc.}$$

La formula vale per tutti i motori a gas, ad olii, a benzine, a quattro ed a due tempi e di qualsivoglia numero di cilindri.

Vediamo quali valori prendono N_i, z, R_i e γ nei motori a gas povero di 20 a 4000 cav. eff.

Il valore di N_i *e quello di* R_m. — Egli è ovviamente:

$$N_i = \frac{N_e}{R_m}$$

Su di R_m influiscono: il numero dei cilindri, la loro disposizione, la velocità angolare dell'albero motore, il numero dei sopporti che lo sostengono, l'accuratezza della lavorazione e la scelta dei coefficienti di costruzione i quali conducono a perni più o meno grandi ed a superficie striscianti più o meno estese. Il tipo di distribuzione non ha alcun peso sulla scelta di R_m poichè le resistenze da essa offerte sono in ogni caso una frazione ben piccola delle resistenze totali.

Nelle *macchine cilindriche orizzontali a quattro tempi* per lo sviluppo di 20 a 600 cav. eff. è generalmente:

$$0,78 \gtreqless R_m \gtreqless 0,83$$

La intensità di potenza della macchina non ha alcuna decisa influenza sul valore del rendimento organico. R_m è minore del 78 % quando la macchina non lavora a carico normale, oppure quando è velocissima, o quando è mal costruita; R_m è maggiore dell'83 % in casi puramente eccezionali.

In generale si può ritenere:

$$R_m = 0,78 \div 0,81$$

per le macchine veloci delle centrali elettriche, ed:

$$R_m = 0.80 \div 0,83$$

per le macchine a numero di giri normale (vedansi le tabelle a pagina 117).

Nelle robustissime *macchine a doppio effetto tipo Nurnberg* per l'utilizzazione dei gas d'alto forno, ligniti ed arsi, si può ritenere a carico normale:

a) macchine ad un cilindro . . . . $R_m = 0,77 \div 0,80$
b) » a due cilindri in parallelo (gemelli) $0,79 \div 0,81$
c) » » in serie (tandem) $0,80 \div 0,82$
d) » a quattro cilindri (tandem–gemelli) $0,81 \div 0,83$

Le macchine verticali avrebbero il rendimento meccanico più elevato di quello delle macchine orizzontali corrispondenti se esse non corressero a velocità angolari assai più forti (vedansi le tabelle).

Per *macchine verticali ad un cilindro*:

$$0,77 \gtreqless R_m \gtreqless 0,82$$

Per *macchine verticali a tre cilindri:*

$$0,80 \lesseqgtr R_m \lesseqgtr 0,84$$

Nei *motori a due tempi* ed in quelli *a cacciata* il rendimento meccanico deve tener conto della resistenza organica delle pompe (non del loro lavoro indicato poichè esso verrà dedotto da quello del diagramma del cilindro motore). Esso si è dimostrato variabilissimo ed ha già assunto valori così bassi come:

$$R_m = 0,68$$

e tanto alti come:

$$R_m = 0,81$$

Il valore di Z. — Nelle macchine di cui ci occupiamo i cicli si compiono regolarmente: nessuna accensione deve andare perduta. Egli è quindi ovviamente:

Motori a 4 tempi.

	Valori di z
Monocilindrici a semplice effetto	$\frac{n}{2}$
Gemelli » »	n
Tandem » »	n
Tandem gemelli » »	$2n$
Monocilindrici a doppio effetto	n
Gemelli » »	$2n$
Tandem » »	$2n$
Tandem gemelli » »	$4n$

Motori a 2 tempi.

Körting monocilindrici	$2n$
» gemelli	$4n$
Oechellhäuser monocilindrici	$2n$
» gemelli	$4n$

I valori che n prende nei motori d'oggi sono elencati in queste tabelle:

Macchine orizzontali monocilindriche.

Cav. Nom.	Numero di giri — Macchine ordinarie	Numero di giri — Macchine per Centrali elettriche
20	190–210	230–250
40	180–200	220–230
60	170–190	210–220
90	160–180	190–200
120	160–170	170–190
150	160	160–180
200	150	150–170

Macchine d'alto forno tandem-gemelle.

Cav. Nom. — Totali	Cav. Nom. — Per Cilindro	Numero di giri
600	150	180–210
800	200	160–190
1000	250	150–175
1200	300	140-165
1500	375	130–150
1800	450	122–140
2100	525	115–130
2400	600	108–120
2800	700	102–110
3200	800	98-104
3600	900	95-98
4000	1000	93-95

Macchine verticali a tre cilindri.

Cav. Nom. — Totali	Cav. Nom. — Per cilindro	Numero di giri
30	10	260–320
60	20	250–300
90	30	240–290
120	40	230–270
150	50	220–260
180	60	210-250
210	70	210–230
240	80	200–220
300	100	200–210

I valori di R_t e di γ. — Si è detto che il valore di R_t è in istrettissima relazione con il grado di compressione, il quale a sua volta

dipende da γ. Questi due elementi sono nei motori attuali così legati che per un determinato valore d'un d'essi l'altro varia entro limiti non molto vasti.

Questo salta subito all'occhio dalle rappresentazioni della Tavola sulla quale hanno preso posto le macchine che abbiamo studiato. A sinistra vi sono i punti determinati dalle coppie di valori di R_i, e di γ come risultano per i motori degli esercizi industriali, a destra quelli delle prove.

Si notano subito due fatti importantissimi:

1.° L'andamento delle linee che limitano il campo di variazione dei valori γ, per un determinato valore di R_i, è lo stesso in tutti e due i diagrammi; uno d'essi è la naturale continuazione dell'altro come è messo in evidenza dal diagramma di mezzo sul quale hanno preso posto tutte le macchine indistintamente.

Due sole macchine si ribellano a questa legge generale: la Premier del numero 43 e la Crossley del numero 47. Si è già detto come e perchè esse siano affatto speciali.

2.°) La natura dei combustibili non ha alcuna decisa influenza sull'andamento del campo che consideriamo.

I tecnici hanno saputo disporre i gasogeni ed i motori così da sfruttare le materie prime combustibili con risultati egualmente buoni. Dal modo come i puntini dell'antracite ed i cerchietti del gas povero e della lignite appaiono nei diagrammi della Tavola si direbbe che i costruttori abbiano voluto dare una brillantissima prova del fatto che l'energia del carbonio e dell'idrogeno contenuti nei carboni e nelle ligniti si trasforma sempre ottimamente in lavoro quando quei combustibili si gasificano razionalmente e si impoveriscono e si comprimono nel migliore dei modi (1).

Sul diagramma di mezzo si sono tracciate le linee A B C D E F quasi a limitare il campo di variazione dei valori del potere calorifico fittizio. Risulta da esse che il valore di γ in macchine il cui rendimento indicato è del 24 % varia da 395 a 450 calorie per metro cubo. Così per macchine in cui $R_i = 0,28$ è: $\gamma = 365 \div 430$.

Si può dunque scrivere:

$R_i =$	0, 24	0, 28	0, 32	0, 36
γ	395	365	335	310
	450	430	385	340

(1) Non ho potuto avere dati sicuri di motori alimentati da gasogeni *a torbe*. Se ne sono già fatte in Germania installazioni eccellenti. Al prossimo grande sviluppo delle industrie italiane chissà che non si chieda al carbonio ed all'idrogeno delle nostre torbe e ligniti una gran quantità di nuova energia.

La qual serie di valori permette di eseguire, dirò così a colpo d'occhio e senza il diagramma della Tavola ogni interpolazione.

Ma perchè vi sono dei motori che danno lo stesso rendimento indicato pur sfruttando delle miscele di diverso potere calorifico? Perchè è ad es. $R_i = 0,32$ con $\gamma = 335 - 385$ cal./mc.? Parrebbe che nel motore in cui è $\gamma = 335$, R_i dovesse essere maggiore che non in quello in cui è $\gamma = 385$, poichè la compressione della miscela vi si può fare più intensamente.

Si pensi che R_i varia anche con la *pienezza della combustione.* Le miscele più povere possono essere compresse di più, ma in generale scaricano una quantità maggiore di gas che non hanno bruciato. Ecco dunque che le variazioni di R_i dovute alla percentuale di gas incombusti interferiscono con quelle dovute alla compressione iniziale della miscela e si hanno pari valori di R_i in casi in cui potrebbe sembrare ch'essi dovessero differire.

Altre cause che influiscono su queste differenze sono: la velocità di propagazione della combustione (dipendente a sua volta dal grado di intimità e di omogeneità della miscela), la velocità dello stantuffo, il rapporto fra corsa e diametro e così via.

La distinzione meccanica fra i motori di pari R_i e di differenti γ sta nella capacità V del cilindro, la quale è naturalmente più piccola nelle macchine in cui γ è più grande. Ma siccome la capacità del cilindro è in ragione inversa di p_m ne viene che γ e p_m sono direttamente proporzionali in tutti i cilindri di pari R_i. E quindi le variazioni del potere calorifico fittizio si riflettono sul costo e sulla durata della macchina.

Ai più alti valori di γ corrispondono le pressioni medie le più intense e la più ristretta capacità del cilindro: macchine meno costose e meno durevoli; ai più bassi valori di γ corrispondono i cilindri i più capaci: la macchina si fa più cara ma dura assai di più poichè la pressione p_m si riduce ai valori i più limitati. È il caso dei motori Crossley.

Ma come vanno scelti i valori di R_i per le diverse macchine?

Lasciamo da una parte le costruzioni specialissime nelle quali R_i assume valori eccezionali e consigliamo:

Macchine a semplice effetto.

Cilindro per lo sviluppo di	20 cav. eff.	$R_i = 0,24 \div 0,28$
» » » »	50 » »	$0,27 \div 0,30$
» » » »	100 e più »	$0,30 \div 0,35$

Macchine a doppio effetto.

Cilindri per lo sviluppo di 200 a 1000 cav. eff. $R_i = 0,31 \div 0,35$

VI. — APPLICAZIONI NUMERICHE.

Vediamo qualche applicazione della formula che abbiamo proposto.

Macchine monocilindriche a 4 tempi.

Motore 20 cav. eff. — costruzione economica — $n = 200$. — La velocità angolare di questo motore è affatto normale di più le dimensioni dei perni e delle superficie striscianti debbono essere piuttosto ridotte. Ritengo $R_m = 0,83$:

$$N_i = \frac{20}{0,83} = 24 \text{ cav. ind.}$$

Il rendimento indicato non può esser lontano da 0,26 a cui corrisponde il valore massimo di $\gamma = 440$. È dunque:

$$z = 100$$

$$V = 10,5 \frac{24}{0,26 \times 440 \times 100} = 0,022 \text{ mc.}$$

Pongo:

$$s = 0,420$$

Ne vengono:

$$O = 0,0525$$

$$D = 0,258 \div 0,259$$

Il motore Langen-Wolf da 20 cav. corre a 200 giri ed ha:

$$s = 0,420$$

$$D = 0,260$$

Motore 50 cav. eff. — compressione fortissima — costruzione robusta — cilindro ristretto — $n = 210$. — Per la forte velocità angolare e per il tipo di costruzione ritengo $R_m = 0,78$.

$$N_i = \frac{50}{0,78} = 64 \text{ cav. ind.}$$

La fortissima compressione condurrà al più alto valore del ren-

dimento indicato e cioè al 30 % a cui corrisponde $\gamma = 350 \div 410$. Volendo un cilindro di piccola capacità ritengo:

$$\gamma = 410$$
$$z = 105$$
$$V = 10,5 \frac{64}{0,30 \times 410 \times 105} = 0,052 \text{ mc.}$$

Se fisso:

$$S = 0,560$$

ottengo:

$$O = 0,0930$$

A cui corrisponde:

$$D = 0,344 \div 0,345$$

Il motore Körting da 50 cav. corrisponde a tutti i dati di cui sopra ed ha:

$$D = 0,345$$

Motore 125 cav. eff. — compressione e costruzione normali. — $n = 160$. — Ritengo naturalmente $R_m = 0,80$ ed ho:

$$N_i = \frac{125}{0,8} = 156 \text{ cav. ind.}$$

In un motore di questa importanza si raggiunge facilmente il 33 % 34 % di rendimento indicato a cui corrisponde il valor medio $\gamma = 350$. È dunque:

$$Z = 80$$
$$V = 10,5 \frac{156}{0,34 \times 350 \times 80} = 0,172 \text{ mc.}$$

Posto:

$$S = 0,760$$

Risulta:

$$O = 0,2260$$
$$D = 0,536$$

Il motore Langen-Wolf di 125 cavalli corre a 160 giri ed ha:

$$S = 0,760$$
$$D = 0,520$$

Per esso è:

$$\gamma = 370$$

il quale è appunto il valor limite superiore corrispondente ad $R_i = 0,335$.

Macchine d' alto forno — Tipo Nurnberg.

Motore tandem 1200 cav. eff. — n = 107 — costruzione comoda.

$$R_m = 0,80 \div 0,82$$

$$R_i = 0,31 \div 0,35$$

Teniamo i valori medi:

$$N_i = \frac{1200}{0,81} = 1480 \text{ cav. ind.}$$

$$R_i = 0,33$$

a cui corrisponde:

$$\Upsilon = 330 \div 375$$

Volendosi una costruzione comoda si adotterà il valore più basso. È dunque:

$$Z = 214$$

$$V = 10,5 \frac{1480}{0,33 \times 330 \times 214} = 0,667 \text{ m. c.}$$

Posto:

$$S = 1,100$$

Si ha:

$$O = 0,6060$$

$$D = 0,878$$

Le macchine D. T. 11 hanno:

$$N_e = 1250$$

$$n = 107$$

$$S = 1,100$$

$$D = 0,850$$

Il loro diametro è dunque più piccolo del 3,3 % di quello ottenuto più sopra. Ma si è calcolata una costruzione comoda.

Motore tandem gemello 4000 cav. eff. costruzione ristretta. — Il rendimento meccanico varia fra 0,81 e 0,83. Lo ritengo dell' 82 %. Il rendimento organico si è già dimostrato in queste macchine del 36 %. Lo ritengo del 35 % limite superiore dei valori già consigliati. Vi corrisponde:

$$\Upsilon = 315 \div 350$$

Per il tipo di costruzione che si vuol fare si sceglierà il valore superiore di 350 cal. mc.

Si avrà dunque:

$$N_i = \frac{4000}{0,82} = 4875 \text{ cav. ind.}$$

$$Z = 376$$

$$V = 10,5 \frac{4875}{0,35 \times 350 \times 376} = 1,110 \text{ mc.}$$

Posto:

$$S = 1,300$$

si ottiene:

$$O = 0,8538$$
$$D = 1,040$$

Nelle macchine D . T . Z . 13 è:

$$N_{nom.} = 3900$$
$$n = 94$$
$$S = 1300$$
$$D = 1030.$$

Se si ripetono i calcoli su 3900 cav. eff. si trovano, pari essendo tutte le altre condizioni:

$$O = 0,833$$
$$D = 1030$$

Le macchine D . T . Z . 13 della Nurnberg hanno dunque la capacità del cilindro la più ristretta. E così deve essere per la enorme influenza che ha sul funzionamento della macchina ogni centimetro in più di diametro quand'esso si aggira attorno ad un metro. Ma su questo non possiamo fermarci.

CONCLUDENDO la formula a cui siamo arrivati è assai semplice pure tiene nota di tutti i salienti fatti della fisica dei motori a gas povero e, ciò che più importa, conduce alla determinazione della capacità del cilindro senza mettere in alcun grosso imbarazzo per la scelta dei coefficienti.

Le applicazioni agli altri motori a combustione interna (a gas luce, benzine, a petroli, ad olii pesanti ecc.) si possono fare con altrettanta facilità e prestezza.

Castellanza, Novembre 1907.

Ing. Ottorino Pomini.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Corrosione elettrica del cemento armato. (Dal « *L'Elettricista* »). — È noto il rapido sviluppo che ha avuto l'applicazione del cemento armato. Considerando in pari tempo lo sviluppo anche maggiore raggiunto dagli impianti di distribuzione elettrica, viene di conseguenza il domandarsi se il ferro o l'acciaio, che s'impiega nelle nuove costruzioni, viene protetto sufficientemente dal cemento che lo circonda, contro gli effetti nocivi dell'elettrolisi.

A prima vista non sembrerebbe che le correnti vaganti nel suolo potessero deteriorare le masse di ferro immerse nel cemento, poichè questo corpo viene considerato come un' isolante, paragonabile al suolo circostante. La questione è stata presa in considerazione avanti all'*American Institute of elect. Eng.* dai sigg. Hayden e Knusden; il primo ha eseguito uno studio intorno all'elettrolisi del suolo prodotta da correnti alternate, il secondo ha presentato un lavoro analogo, riferito specialmente al cemento armato.

Teoricamente le correnti alternate, producendo degli effetti eguali e di segno contrario, non dovrebbero avere azione sulle masse metalliche affondate nel suolo, ma siccome praticamente queste correnti non sono del tutto simmetriche, e poichè — cosa ancor più grave — gli elementi che si separano al passaggio della corrente non si ricombinano totalmente quando il senso di essa cambia, ne risulta che l' effetto delle correnti alternate vaganti, non è subito senza inconvenienti.

L' Hayden ha eseguito in proposito una serie di esperienze nel laboratorio di C. P. Steinmetz utilizzando delle lamine di ferro e di piombo immerse in una soluzione salina, come pure in un suolo artificiale. Queste lamine furono sottoposte all'azione di correnti alternate a 25 e a 60 periodi al secondo, durante un periodo di tempo da 60 a 390 ore, la perdita del peso veniva misurata dopo ogni esperienza.

Hayden arriva alla conclusione che la corrosione elettrolitica dovuta alle correnti alternate raggiunge al massimo l' 1 per cento di quella dovuta alle correnti continue nelle stesse condizioni; questa perdita di peso delle lamine diminuiva, del resto, man mano che la frequenza aumentava. Bisogna anche notare che la natura dei corpi i quali si trovano nel suolo, aveva anch'essa una parte importante nell'azione elettrolitica; cosi p. es. i carbonati e gli alcali esercitavano una influenza protettrice, mentre i nitrati, i sali ammoniacali, come quelli che si trovano nei concimi, ave-

vano un effetto nocivo sugli elettrodi e, specialmente in questo caso, il piombo era stato più attaccato della lamina di ferro.

Le esperienze di Knusden sul deterioramento del cemento armato, furono cominciate verso il 1903. Egli immerse nel cemento dei tubi di ferro lunghi circa 30 cm.; parecchi blocchi così costituiti furono immersi nell'acqua pura, altri nell'acqua di mare. I tubi di ferro furono collegati al polo positivo di una batteria d'accumulatori, mentre che nell'acqua del recipiente veniva immersa una lamina di ferro collegata al polo negativo della stessa batteria.

Il Knusden fece variare la tensione della batteria da 7 volt a 30 o 40 volt in modo da mantenere una corrente costante di 0,1 amp.; egli deduceva la resistenza del cemento armato dal quoziente di questi due fattori; egli trovò, fra l'altro, che nel caso dell'acqua pura la resistenza raggiungeva 400 ohm., mentre che nel caso dell'acqua di mare la resistenza non oltrepassava 120 ohm.

Facendo delle esperienze prolungate, sotto questo regime, si constatò un fatto curioso: mentre i blocchi immersi nell'acqua marina presentavano una grandissima durezza anche dopo una trentina di giorni d'immersione, quelli immersi nell'acqua pura si spezzavano facilmente.

Le esperienze surriferite non sono le prime fatte al riguardo; alcuni sperimentatori, fra cui il Toch, hanno dimostrato avanti alla Società elettrochimica Americana che esistono delle differenze di potenziale tra masse di cemento armato.

Se ne può concludere che i danni risultanti dalla corrosione elettrolitica del cemento armato sono fin d'ora riconosciuti e debbono essere prevenuti e combattuti.

Per citare un esempio basti dire che nel giugno 1906 la Commissione del ponte di Brooklin aveva constatato delle pericolose fenditure nelle fondazioni in cemento armato dell'Hamilton Avenue Bridge, a tal punto che i muri si erano affondati di circa 1 cm. al mese. Il Knusden trovò che l'armatura in ferro del ponte era positiva rispetto al canale vicino ed alle condotture d'acqua; la differenza di potenziale variava tra 1.5 e 0.5 volt. Un altro ponte metallico era negativo rispetto allo stesso canale, e sulle fondazioni non potè essere verificato alcun difetto. La Commissione non pensò ad attribuire lo spostamento di Hamilton Avenue Brigde all'effetto dell'elettrolisi, ma il Knusden non ebbe alcun dubbio al riguardo.

Queste fenditure sembrano dovute sopratutto al gonfiamento che accompagna la formazione dell'ossido di ferro circondato da ogni parte dal cemento. Qualunque sia la spiegazione da darsi, il fatto certo è che la elettrolisi può avere degli effetti disastrosi sul cemento armato.

BIBLIOGRAFIA

HANDBUCH DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN, in cinque parti. Parte terza: *Der Wasserbau*, volume XVIII°: *Ausbau von Wasserkräften* tomo 1° per cura del Consigliere municipale TH. KOEHN.

Grosso vol. in 8° gr. di pag. 544 con 124 figure nel testo e 44 tavole, prezzo 28 marchi. — Leipzig, Wilhelm Engelmann 1907.

L'*Enciclopedia della Scienza dell'Ingegnere* è ormai così nota in tutti i paesi civili, che non è necessario raccomandarla; iniziata dal coraggioso editore Engelmann su basi così larghe, che a quell'epoca impressionarono per l'arditezza, andò sempre più, colle nuove edizioni, assumendo proporzioni tanto grandiose, che ciascuna non rassomigliava alle precedenti. A questo contribuì moltissimo il modo come si facevano le nuove edizioni, poichè venivano affidate a uomini ognora diversi, e le varie discipline di ogni parte dell'ingegneria assegnate a specialisti, cosicchè esse accrescevansi nel loro perimetro e nell'insieme formavano tante monografie da esaurire per ciascuna il rispettivo argomento. Il succedersi in ogni edizione di altri specialisti, dava a ciascuna un carattere proprio, originale, mentre l'insieme per opera del suo Editore, ha conservato sempre nelle linee generali la medesima fisionomia.

Senza volere qui parlare delle varie parti che costituiscono l'*Enciclopedia*, osserviamo solo che le *Costruzioni idrauliche* costituenti la parte terza, nella prima edizione non formavano che un volume unico di pag. 1158 con 325 figure nel testo e 68 tavole; mentre nell'edizione attuale si compongono nientemeno che di 13 volumi di cui l'annunciato *Utilizzazione delle forze idrauliche* è precisamente il tomo primo del tredicesimo volume, e i due tomi formeranno da soli un'opera più voluminosa di quella che erano tutte le costruzioni idrauliche in origine.

È noto che di questa Enciclopedia si è pubblicata anche una traduzione italiana; ma da quanto siamo venuti esponendo è facile comprendere che essa non ha nulla di comune colla presente, specie poi col volume annunciato, che è affatto nuovo e nel quale si contiene la materia che ancora in nessun trattato è stata pubblicata e che l'A. ha dovuto raccogliere da singole pubblicazioni, per lo più periodiche.

Il tomo in parola si compone di due grandi capitoli, il primo dedicato alla parte generale, il secondo alla descrizione dei numerosi impianti idro-elettrici costruiti in Italia, in Francia, in Svizzera, in Norvegia e in America.

La parte generale prende le sue origini dai grandi serbatoi e canali costruiti dagli Egiziani e dei quali parla Erodoto nelle sue storie, indi accenna alla utilizzazione delle acque mediante ruote idrauliche, e seguendone rapidamente lo sviluppo, arriva al trasporto a distanza dell' energia, in cui la *Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica* ha il primato, con 150 Km. di distanza. Numerose notizie statistiche chiudono il primo paragrafo. Il secondo è dedicato alla legislazione nei vari paesi relativa agli impianti idraulici e idro-elettrici e si estende anche alla parte amministrativa ed alle norme per ottenere le concessioni.

Segue il terzo paragrafo in cui l'A. fa la stima delle forze idrauliche in Germania, Francia, Svizzera, Austria-Ungheria, Italia, Norvegia, Svezia e Inghilterra. Da esso rilevasi che la forza idraulica disponibile nei singoli paesi può ritenersi approssimativamente per la

					per Kmq.		per 1000 abitanti		utilizzata
Germania	di	1 425 900	HP	ossia	2, 6	HP	24, 5	HP	20, 0 %
Francia	»	5 857 300	»	»	10, 9	»	150, 0	»	11, 0 »
Svizzera	»	1 500 000	»	»	36, 6	»	454, 5	»	25, 3 »
Austria-Ungheria	»	6 130 200	»	»	9, 1	»	130, 0	»	—
Italia (isole escluse)	»	5 500 000	»	»	19, 0	»	169, 0	»	8, 4 »
Norvegia	»	7 500 000	»	»	20, 0	»	3409, 0	»	—
Svezia	»	6 750 000	»	»	15, 0	»	1290, 0	»	—
Inghilterra	»	963 000	»	»	3, 06	»	23, 1	»	—

Nel quarto paragrafo l'A. entra nella parte tecnica dell'argomento esponendo i lavori preliminari diretti ad utilizzare le forze idrauliche nel modo più conveniente; questi studi preliminari si dividono in tecnici ed in economici; i primi comprendono tutte le proprietà del corso d'acqua da utilizzare, quindi pendenze, natura dell' alveo, torbide, formazione dei ghiacci, determinazione della portata per via indiretta e direttamente, disposizioni e mezzi per renderla regolare, natura del sottosuolo e scandagli per studiarla. L'Autore tratta di tutti questi argomenti in modo esauriente, con grande competenza, e piena padronanza della bibliografia che vi si riferisce.

I lavori preliminari economici formano oggetto del paragrafo quinto e riguardano le spese di impianto, quelle di esercizio, il paragone fra gli impianti idraulici e quelli a vapore; le spese d'esercizio di installazioni idrauliche con riserva di macchine motrici calorifiche; la determinazione della forza necessaria e i calcoli della sua maggiore o minore convenienza.

Tutti questi argomenti sono svolti con riferimento a numerose installazioni già costruite, in modo che i risultati ottenuti sono di pratica e sicura applicazione, e costituiscono per l'ingegnere un prezioso sussidio nello studio di questo genere d' impianti.

Il secondo capitolo, come abbiamo già accennato, contiene una serie di descrizioni di impianti esistenti, con che l'A. ha occasione di descrivere tutti i minuti particolari, con riferimento a quanto è stato esposto nel primo capitolo. Tra le installazioni più importanti figurano quelle italiane di Vizzola, di Turbigo, del Brembo, di Funghera in Valle di Lanzo, di Ceres sulla Stura di Ala, di Cenischia presso Novalesa, della Dora Baltea in Val d'Aosta, e di Morbegno sull'Adda. Seguono le descrizioni dei principali impianti svizzeri, francesi, della Norvegia, ecc. in tutto 27 e questo numero sarà aumentato di altre otto installazioni che si troveranno nel secondo tomo.

Il tutto viene sussidiato da numerose tavole e da figure nel testo. L'Autore ha ricorso alle fonti più dirette per la sua compilazione, rivolgendosi cioè alle rispettive Società da cui gli impianti dipendono; e non ha mancato di citare tutte le opere ed opuscoli che ne hanno già dato in precedenza una descrizione.

Si vede da quanto siamo venuti esponendo che il libro in esame è veramente unico nel suo genere e riuscirà di grande utilità a tutti coloro che si occupano di utilizzazione delle acque.

Teramo lì 29 *ottobre* 1907.

G. Crugnola.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. Saldini, Gerente.

SULLA TEORIA DI UN TERMOSIFONE

A RAPIDA CIRCOLAZIONE.

Ing. LUIGI MONTEL.

(Vedi Tav. 15).

Gli impianti di riscaldamento a acqua calda — termosifoni — constano essenzialmente di una caldaia in cui si fa la somministrazione di calore all'acqua, di un sistema di tubi che conduce l'acqua agli apparecchi utilizzatori (radiatori) i quali trasmettono il calore ai locali da riscaldare, di un altro sistema di tubi che da questi riporta l'acqua in caldaia. La fig. 1 rappresenta lo schema più semplice di un tale impianto: in essa C è la caldaia, R un radiatore, A il vaso di espansione.

La circolazione dell'acqua (che è il veicolo del calore nel sistema chiuso formato dalla caldaia dal radiatore e dalla tubazione) avviene pel fatto che la colonna d'acqua R D è più fredda e quindi più pesante della colonna A C. Se pertanto consideriamo una sezione $m\,n$ nel tubo C D la pressione idrostatica che si esercita da destra verso sinistra è espressa — detta a la sezione del tubo che si ritiene costante — da $\frac{a\,H}{v_0}$ essendo v_0 il volume specifico dell'acqua alla temperatura t_0 che si ha nel tubo di ritorno e che supponiamo costante per tutto il tubo di ritorno. Quella che si esercita da sinistra verso destra è espressa da $\frac{a\,H}{v_1}$ se nel tubo di andata si ha un volume specifico costante v_1 corrispondente alla temperatura t_1. Essendo $v_0 < v_1$ si ha in definitiva una pressione risultante diretta da destra verso sinistra e quindi un movimento dell'acqua in questo senso.

È facile calcolare in base a queste considerazioni, nel caso teorico in cui si trascurano le resistenze passive e anche in quello pratico in cui se ne tiene conto, la velocità di circolazione dell'acqua in date condizioni di impianto e di temperature. È noto dalla pratica che tale

velocità è dell'ordine di decimetri al 1''. Ne segue che per trasmettere notevoli quantità di calore occorrono grandi sezioni di tubi e quindi impianti costosi e questo si verifica tanto più a parità di differenza $t_1 - t_0$ quanto minore è la differenza di livello fra caldaia e radiatore; anzi in certi casi in cui a piccole differenze di livello va unita una grande estensione orizzontale di impianto il sistema in questione non è più applicabile. Si è cercato di aumentare la velocità di circolazione dell'acqua con sistemi diversi. Ricordo fra gli altri quello di utilizzare energia meccanica disponendo nel circuito una pompa mossa da un motore, quello di rendere più leggera la colonna C A iniettando vapore nell'acqua (Reck), quello che ottiene lo stesso scopo rendendo possibile la produzione di vapore nella colonna ascendente coll' elevarne convenientemente la temperatura (Bruckner) ecc. Credo che possa interessare l'esporre qualche considerazione che può servire a rendere più chiaro il funzionamento del sistema di termosifone ricordato per ultimo.

Comincio coll' osservare che per spiegare il funzionamento di esso si può riferirsi allo schema della fig. 2. Supponiamo che in A avvenga la somministrazíone della quantità di calore Q all'acqua (cioè che in A sia la caldaia). E supponiamo che in D sia concentrata la superficie di riscaldamento del radiatore, cioè in D avvenga la sottrazione approssimativamente della stessa quantità di calore Q.

Si ammette che la rimanente parte dell' impianto sia perfettamente isolata, cioè che siano nulle le perdite di calore per trasmissione all'esterno. In C sia un vaso di espansione in cui regna la pressione atmosferica. Se si conduce la combustione in caldaia per modo che la temperatura in A che chiameremo t_0 superi 100° l'acqua comincerà a bollire nella sezione 1 collocata a un' altezza tale che il peso della colonna 1 2 di fluido (acqua e vapore) aumentato della pressione atmosferica sia eguale alla pressione a cui bolle l'acqua alla temperatura t_0. Questo è vero perchè si può ammettere che nella sezione 2 si abbia la pressione atmosferica perchè il vaso di espansione comunica coll'atmosfera.

Difatti negli impianti di questo genere dalla parte superiore del vaso di espansione si stacca un tubo che conduce il vapore prodottosi nel ramo ascendente della colonna a condensarsi in un condensatore inserito nella condotta di ritorno dopo il radiatore. In esso il vapore si condensa poichè l'acqua con cui esso viene in contatto è quella che esce dal radiatore e si trova quindi a temperatura notevolmente inferiore ai 100°.

Un tubo che si stacca dal condensatore sbocca in un secondo vaso di espansione disposto a conveniente altezza e comunicante coll' atmo-

sfera. Quindi si può ritenere che anche in C si abbia una pressione sensibilmente eguale alla atmosferica.

Gli impianti di questo genere comprendono altre particolarità di cui non ci occuperemo, riferendoci per le considerazioni che vogliamo fare allo schema più semplice della fig. 2.

Proponiamoci di determinare la velocità di circolazione dell'acqua nella condotta di ritorno supponendo che essa velocità sia costante in tutto il tratto della tubazione in cui non si ha vapore, cioè trascurando le variazioni di velocità che si possono avere da una sezione a un'altra per il fatto che il volume specifico dell'acqua varia colla temperatura e che questa non è costante in tutta la conduttura. Tali variazioni sono piccolissime e pel nostro scopo trascurabili. Potremo ritenere la temperatura costante nel tratto 0 1 ed eguale a quella che si ha in caldaia avendo ammesso di ritenere nulle le perdite di calore verso l'esterno. Nel tratto 12 la temperatura sarà decrescente ma la differenza fra le temperature estreme t_1, t_2 è sempre dell'ordine di qualche grado appena, come vedremo. Nel tratto 2 D la temperatura sarà costante e uguale a t_2, nel tratto D A essa sarà pure costante ed uguale alla temperatura di uscita del radiatore, cioè notevolmente inferiore a t_2. Nel tratto 12 si ha una miscela di acqua e vapore a titolo crescente da 1 verso 2 e precisamente nella sezione 1 il titolo sarà $x = 0$, nella sezione 2 il titolo avrà un certo valore che si potrà calcolare quando si facciano delle ipotesi. Infatti, siccome si sono ritenute nulle le quantità di calore trasmesse all'esterno, se riteniamo anche nulle le quantità di calore prodotte per effetto delle resistenze passive esistenti nel tratto 12 (attrito, cambiamento di sezione e direzione) potremo ammettere che la trasformazione nel tratto compreso fra le sezioni 1, 2 segua la legge adiabatica e quindi calcolare il titolo e il volume specifico della miscela in ogni sezione quando siano note le temperature. Notiamo che indicando con T_1 T_2 le temperature assolute nelle sezioni 1 e 2 si sa dalla esperienza che $T_1 - T_2$ è dell'ordine di pochi gradi; a seconda del suo valore la sezione 1 in cui comincia la separazione del vapore si sposta verso l'alto o verso il basso.

Per calcolare la velocità dell'acqua in una sezione qualunque, per es. nella sezione 0 che indicheremo con w_0 applicheremo l'equazione del movimento dei fluidi. Indichiamo per ogni sezione con

w la velocità del fluido in metri al 1''

v il volume specifico della miscela di acqua e vapore

σ il volume specifico dell'acqua

T la temperatura assoluta

t la temperatura centigrada

p la pressione in Kg. per m^2

β il coefficente per cui si deve moltiplicare $\frac{w^2}{2g}$ per ottenere il valore della perdita dovuta a un cambiamento di sezione o di direzione.

Trascureremo le perdite dovute all'attrito e ai cambiamenti di direzione. Ricordiamo che l'equazione del movimento dei fluidi applicata a un tratto di condotto compreso fra due sezione 1 e 2 si può scrivere

$$\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} + R + H + \int_{p_1}^{p_2} v \, dp = o \qquad (1)$$

essendo R il termine relativo alle resistenze passive che si sa esprimere colle note formole. Consideriamo il tratto compreso fra la sezione 0 e una sezione condotta nel vaso di espansione C in una posizione tale che in essa la velocità si possa considerare sensibilmente nulla ed applichiamo ad esso l'equazione sopra scritta.

Osserviamo che in tal caso si ha per l'ipotesi fatta $w_2 = 0$. Il termine R è espresso poi, come è noto, dalla formola:

$$\int^{l} \frac{\lambda \, dl}{D} \frac{w^2}{2g} + \Sigma \, \beta \frac{w^2}{2g}$$

dicendo D il diametro della conduttura.

Nel caso nostro abbiamo trascurate le perdite dovute all'attrito e ai cambiamenti di direzione, come si fa nella teoria dei termosifoni per ottenere un valore limite superiore della velocità. Non sarebbe difficile tenerne conto ma ciò complicherebbe la trattazione. Non si può però trascurare la perdita di energia dovuta al fatto che la miscela di acqua e vapore la quale arriva all'imbocco del vaso di espansione con velocità grande (perchè il volume della miscela è aumentato notevolmente per causa della vaporizzazione) nella sezione 2 ha velocità sensibilmente nulla. Tale perdita, se diciamo W la velocità nella sezione finale del tubo ascendente è espresso da $\frac{W^2}{2g}$. Perciò l'equazione (1) diviene in in questo caso:

$$-\frac{w_0^2}{2g} + H + \int_{p_0}^{p_2} v \, dp + \frac{W^2}{2g} = o \qquad (2)$$

La stessa equazione applicata al tratto di condotta compreso fra le sezioni 2 e 0 trascurando tutte le perdite dovute a resistenze passive

ad eccezione di quella dovuta alla contrazione della vena nel passaggio dalla sezione 2 grandissima a quella del tubo e ritenendo per questo caso $\beta = 0,5$ dà:

$$\frac{w_0^2}{2g} + \sigma_1 (p_0 - p_2) - H + 0,5 \frac{w_1^2}{2g} = o \tag{3}$$

poichè nel tratto BD essendo la temperatura costante, il volume specifico è costante e uguale a quello dell'acqua alla temperatura t_1 e la velocità in tutto il tratto C 0 è uguale a quella dell'acqua nella sezione 1. Realmente la temperatura nel tratto C D è un po' più piccola di t_1 ma la differenza è solo di pochi gradi.

Potremo quindi ritenere senza grande errore che il volume specifico dell'acqua abbia un valore costante in tutti due tali tratti ed eguale a quello che esso ha alla temperatura t_1. Sommando ora la (2) e la (3) si ha:

$$\frac{W^2}{2g} + 0,5 \frac{w_1^2}{2g} + \sigma_1 (p_0 - p_2) + \int_{p_0}^{p_2} v\, d\, p = o$$

Ora:

$$\int_{p_0}^{p_2} v\, d\, p = \int_{p_0}^{p} \sigma\, d\, p + \int_{p_1}^{p_2} u\, x\, d\, p = \sigma_1 (p_2 - p_0) + \int_{p_1}^{p_2} u\, x\, d\, p$$

La prima equazione di Termodinamica nel caso dei vapori si può scrivere:

$$d\, Q = d\, q + d\, (r\, x) - A\, u\, x\, d p$$

ove:

q è il calore del liquido
r il calore latente totale
A l'equivalente termico del lavoro; e per una adiabatica.

$$o = d\, q + d\, (r\, x) - A\, u\, x\, d\, p$$

da cui:

$$u\, x\, d\, p = \frac{1}{A} (d q + d\, (r\, x)) \qquad \int_{p_1}^{p_2} u\, x\, d\, p = \frac{1}{A} (q_2 - q_1 + r_2\, x_2)$$

essendo $x_1 = o$ e quindi:

$$\frac{W^2 + 0,5\, w_1^2}{2g} + \frac{1}{A} (q_2 - q_1 + r_2\, x_2) = o \tag{4}$$

Nella figura 3 la curva 273 L rappresenta la linea dell'entropia dell'acqua. Se i punti B e A corrispondono alle temperature T_1 T_2 sappiamo che:

area 0 273 A a rappresenta q_2
area 0 273 B b rappresenta q_1
A C rappresenta $\frac{r_2 x_2}{T_2}$
area a A C b rappresenta $r_2 x_2$
area A B C rappresenta $q_1 - q_2 - r_2 x_2$.

Nella fig. 4 si è disegnato in scala la linea dell' entropia dell' acqua fra $T = 373$ e $T = 378$ e si possono quindi ricavare direttamente i valori numerici delle suddette quantità.

L'equazione della continuità dice poi che chiamando a la sezione del tubo che si ammette costante per tutta la condottura si ha:

$$\frac{a\, w_1}{\sigma_1} = \frac{a\, W}{v_2} \qquad W = w_1 \frac{v_2}{\sigma_1} = w_1 \frac{\sigma_2 + u_2 x_2}{\sigma_1}$$

e ricordando che si può ritenere $\sigma_2 = \sigma_1$:

$$W = w_1 \frac{\sigma_1 + u_2 x_2}{\sigma_1}$$

Dall' equazione di Clapeyron si ha poi:

$$u_2 x_2 = \frac{r_2 x_2}{A\ T_2 \frac{d p}{d T}}$$

Per $T_2 = 373$ si ha:

$$A \frac{d p}{d T} = \frac{1}{424} \cdot 369,7 = 0,872$$

Conducendo C E inclinata su A E per modo che

$$\operatorname{tg} \widehat{C E A} = \frac{A\, d p}{d T} = 0,872$$

ho che A E rappresenta $u_2 x_2$. La (4) si può scrivere:

$$\frac{w_1^2}{2 g} \left[\left(\frac{\sigma_1 + u_2 x_2}{\sigma_1} \right)^2 + 0,5 \right] = \frac{1}{A} \left[q_1 - q_2 - r_2 x_2 \right]$$

Come apparirà in seguito il termine 0, 5 è sempre trascurabile rispetto a $\left(\frac{\sigma_1 + u_2 x_2}{\sigma_1}\right)^2$ quindi:

$$w_1 (\sigma_1 + u_2 x_2) = \sqrt{2 g \sigma_1^2 \frac{q_1 - q_2 - r_2 x_2}{A}}$$

$$= \sqrt{2 g \frac{\sigma_1^2}{A}} \sqrt{q_1 - q_2 - r_2 x_2}$$

e poichè $g = 9,81 \quad \sigma_1 = 0,001043$:

$$w_1 (\sigma_1 + u_2 x_2) = \sqrt{0,00907} \sqrt{q_1 - q_2 - r_2 x_2}$$

Nella figura l'area A B C rappresenta (per un certo valore T_1 della temperatura rappresentato dall'ordinata del punto B) la quantità $q_1 - q_2 - r_2 x_2$. Si determina facilmente un segmento C F tale che area A B C = A C . C F e segnato il semicerchio passante per A e per F e con centro su A F si ha:

$$C D = \sqrt{A C . C F} = \sqrt{q_1 - q_2 - r_2 x_2}$$

e quindi essendo $\sqrt{2 g \frac{\sigma_1^2}{A}} = 0,0952$:

$$w_1 (\sigma_1 + u_2 x_2) = 0,0952 . C D . K$$

essendo K una costante dipendente dalla scelta delle scale.

Portiamo $A A' = \sigma_1$:

$$w_1 = \frac{0,0952 . K . C D}{A' E}$$

La determinazione del valore della costante K si fa osservando che colla scala scelta pei volumi 1 mm. = $^1/_{10000}$ m³ quindi la lunghezza A′ E espressa in millimetri divisa per 10000 rappresenta v_2 espresso in m³.

La scala delle temperature è tale che 1 mm. è uguale a $^1/_{10}$ grado. Quella delle entropie e $^1/_{10000}$ quindi 1 mm² equivale a $^1/_{100000}$ di caloria Chilogrammo. Pertanto se leggiamo sempre le lunghezze in millimetri

si ha che $\frac{C D}{\sqrt{100\,000}}$ cioè $\frac{C D}{317}$ rappresenta $\sqrt{q_1 - q_2 - r_2 x_2}$.

Nel caso della figura per $T_1 = 377$:

$A'E = 135$ mm.

$CD = 46,3$

$$w_1 = 0,0952 \frac{\frac{CD}{317}}{\frac{A'E}{10\,000}}$$

$$= 0,0952 \frac{10\,000}{317} \frac{CD}{A'E}$$

cioè $K = \dfrac{10\,000}{317}$

$w_1 = 1,03$ metri al 1''

Dunque, quando sia dato il valore di T_1 si ricava facilmente il valore della velocità teorica con cui deve muoversi l'acqua nella sezione 1 oppure in una qualunque delle sezioni in cui non si ha miscela di acqua e vapore. Si vede subito l'effetto favorevole della vaporizzazione. Se si trattasse di un comune termosifone senza produzione di vapore. dovrebbe essere $w_1 = o$ essendo le due colonne A C e B D a ugual temperatura e quindi ugualmente pesanti. La produzione di vapore nel tratto 1, 2 rende la colonna A C meno pesante e promuove la circolazione. Si può dimostrare facilmente che la velocità non deve variare notevolmente col variare di T_1. Difatti il valore di T_1 non può, come si sa dalla esperienza, superare di molto quello di T_2. Siccome poi sappiamo che la linea dell'entropia del liquido per il caso dell'acqua non si scosta che leggermente da una retta, risulta che variando T il rapporto $\frac{BC}{AC}$ e quindi anche $\frac{BC}{AE}$ è sensibilmente costante. Quindi tutti i punti come D sono disposti su una retta e quindi anche $\frac{CD}{AE}$ è sensibilmente costante. Le variazioni che subisce w_1 col variare di T_1 provengono dal fatto che nella espressione di w_1 figura non A E ma A' E e $A'E = AE +$ costante per cui $\frac{CD}{A'E}$ non è costante ma poichè tale costante vale σ_1 e per valori di $T_1 - T_2$ superiore a 1 o 2 gradi σ_1 risulta piccolo rispetto a $u_2\, x_2$ cioè ad A E tali variazioni divengono sempre più piccole col crescere di T_1 e divengono presto insensibili. Col crescere di $T_1 - T_2$ w_1 cresce sempre più lentamente e presto le sue variazioni divengono poco sensibili. Rigorosamente però la linea dell'entropia dell'acqua in un sistema di coordinate T e μ non è una

retta ma una curva quindi quanto si è detto sopra è vero solo per approssimazione.

Con questo metodo si determina dunque abbastanza semplicemente il valore teorico della velocità dell'acqua nella condotta nel caso in cui si trascurino le resistenze passive e si facciano le ipotesi che abbiamo visto.

Questo metodo permette poi di verificare semplicemente l'errore commesso trascurando 0,5 a fronte di $\left(\frac{v_2}{\sigma_1}\right)^2$ perchè il diagramma dà per ogni valore di T_1 subito il valore di $\frac{v_2}{\sigma_1}$. Facendo la verifica appare che per $T_1 - T_2$ eguale a 2° tale errore è dell'ordine di 1 per cento e decresce rapidamente col crescere di T_1. Questa teoria è basata sulla ipotesi della espansione adiabatica che certamente non è verificata in pratica. Di più noi non abbiamo tenuto conto delle perdite per attrito ecc. ecc.

L'esperienza potrà, come in tutti i casi analoghi, dire fino a qual punto queste ipotesi sono ammissibili e quali correzioni si debbano apportare ai risultati della teoria per porli in accordo con quelli della pratica.

Se la sottrazione di calore invece di avvenire nella sezione passante per D avvenisse in una sezione collocata più in alto o più in basso, la trattazione sarebbe analoga. Potrebbe però allora non essere più vero neppure approssimativamente che la velocità w_1 varii poco colla differenza di temperatura $t_1 - t_2$.

Se la sezione in cui si fa la sottrazione di calore fosse collocata per esempio più in alto della sezione passante per D la formola (4) conterrebbe un termine di più e cioè il prodotto della differenza fra il volume specifico dell'acqua alla temperatura della colonna ascendente e quello dell'acqua alla temperatura di uscita dal radiatore per la differenza delle pressioni che si hanno nella sezione in cui avviene la sottrazione di calore e nella sezione passante per D.

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

I. L'IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DI BRUSIO ED IL TRASPORTO DI ENERGIA IN LOMBARDIA

(Continuazione vedi pag. 3 e le tav. dalla 8 alla 13).

Esecuzione dei lavori — Messa in marcia e funzionamento normale dell'impianto. — Fin dall'ottobre 1906 erano già molto avanzati i lavori riguardanti le opere di derivazione e d'installazione del macchinario dell'impianto di generazione, tantochè nel novembre si era proceduto alle prove dei singoli gruppi turbina-alternatore constatandone il regolare funzionamento sia dal punto di vista idraulico che elettrico.

Gli alternatori vennero provati a carico nel dicembre dello stesso anno, servendosi in parte di resistenze a liquido ed in parte azionando i motori di servizio interno dell'officina.

Per quanto riguarda l'officina generatrice si sarebbe potuto iniziare un servizio normale fin dal 1 gennaio 1907 essendo riusciti ad ultimare in poco più di due anni e mezzo dall'epoca di costituzione della Società Kraftwerke-Brusio, una serie di lavori importantissimi costituenti un impianto di derivazione che figura tra i maggiori d'Europa.

Anche i lavori riguardanti le stazioni di trasformazione su territorio italiano e precisamente quelle di Piattamala, Lomazzo e Castellanza e la posa dell'intera linea, per quanto iniziati più tardi, poterono essere condotti a termine quasi contemporaneamente; e precisamente le stazioni di Lomazzo e Castellanza alla fine del settembre 1906 ed all'inizio del dicembre dello stesso anno la linea di collegamento di queste due stazioni che venne provata sotto tensione (40 000 volt) il 7 dicembre 1906.

Verso la metà di febbraio dell'anno 1907, venne finalmente ulti-

mata anche la stazione principale ricevente di Piattamala e l'intera linea di collegamento con quella di Lomazzo.

In seguito ai buoni risultati ottenuti nelle prove sotto tensione delle diverse sezioni costituenti la linea di trasmissione, si potè l'8 marzo 1907 iniziare il funzionamento normale dell'intero impianto, eseguendo nel periodo di prova la seguente serie di esperienze.

a) Messa sotto tensione in modo progressivo e procedendo per sezioni, dell'intera linea di trasmissione da Piattamala alla stazione di Lomazzo, onde misurare la corrente di linea in rapporto alle variazioni nel valore della tensione.

b) Esperienze analoghe alla prima, inserendo però tutti gli scaricatori installati lungo la linea e nella stazione di Lomazzo, per misurare l'aumento della corrente a vuoto in linea per effetto degli scaricatori a getto d'acqua.

c) Chiusura del circuito sui trasformatori di Lomazzo e misura contemporanea delle tensioni a Campocologno, Piattamala e Lomazzo. Determinazione della caduta di tensione nella stazione di fine linea.

d) Verifica della corrispondenza delle fasi a Campocologno ed a Castellanza.

e) Ripetizione dell'esperienza *c* a riprova della corrispondenza delle fasi.

f) Manovre d'attacco della linea fino a Castellanza e misura della corrente di linea a vuoto.

g) Misura delle tensioni ai trasformatori di Lomazzo e Castellanza.

h) Messa sottocarico delle macchine e della linea.

La serie di esperienze suindicata si potè seguire senza che alcun inconveniente avesse a presentarsi.

L'11 marzo, l'impianto cominciò a funzionare con un carico di 3600 Kw a 42000 volt di tensione in linea.

Nella seguente tabella sono riuniti i dati principali relativi alle esperienze sulla linea:

Tensione della corrente trasformata a Piattamala Volt	Corrente Amp.
28 000	7,3
32 000	8,4
35 000	9,1
38 000	10,5
41 000	11,2
44 000	12,25
47 000	13,3
49 000	13,85

Riuscì trascurabile nella misura della corrente in linea l' influenza degli scaricatori a getto d' acqua.

Dal giorno della messa in marcia, effettuatasi 6 mesi prima di quanto si era previsto, l' impianto di Brusio funziona in modo normale, con una richiesta d'energia in continuo aumento,poichè mentre stando alle condizioni contrattuali, la Società Lombarda per distribuzione d'energia, s' impegnava di assorbire nel primo anno, 3000 KW, 8000 nel secondo e 16 000 nel terzo, la richiesta dopo soli 8 mesi di funzionamento dell'impianto salì a 9000 Kw ed aumenterà indubbiamente a 12000 Kw durante l'anno in corso raggiungendo probabilmente il massimo quando saranno completate le diverse stazioni riceventi.

Il carico all'officina di Campocologno è oltremodo regolare, dipendendo questo dal fatto che le utenze maggiori d' energia sono rappresentate da filature e tessiture di cotone ; la richiesta di energia comincia alle 7 del mattino, raggiunge in mezz'ora circa il suo massimo valore che si mantiene tale fino a mezzo giorno ; successivamente discende rapidamente ad alcune centinaia di Kw soltanto, per riprendere e mantenersi al massimo suo valore dalle ore 13 alle 19.

Nella notte il consumo d' energia discende a 2000 Kw circa; la tensione normale di linea è di 48 000 volt.

(Continuazione vedi pag. 50).

II. — DENTATRICE DELLA " THE GLEASON WORKS „

SENZA SAGOMA — ROCHESTER N. Y., U. S. A.

(Seguito Tav. 5 (II).

Trasmissione del movimento alle diverse parti. — Sulla macchina si ha un' unica puleggia motrice 1, di 460 mm. (16'') di diametro, la quale gira con velocità costante.

Movimento di lavoro agli utensili S S' Tav. 5 (II) fig. 9, 12, 13. In uno dei primi tipi (1) i due strumenti si muovevano nello stesso senso, comandati per mezzo di ruote, con una catena alla Rehnold, e di due biellette accoppiate. In questa macchina invece gli strumenti si muovono con direzioni contrarie, in grazia di semplici rotismi; in modo tale che, mentre uno taglia il trucciolo, l' altro retrocede, e viceversa; in questa guisa la macchina ha certamente un andamento più equilibrato.

Il moto per 1, 31, 3, 32, 4 (fig. 12) giunge, per mezzo delle ruote di ricambio 72, 73 e delle ruote fisse *g*, 74 (fig. 13), al disco manovella 5, impiantato sul braccio L' (fig. 9). Tale disco manovella, per mezzo della dentiera 6, di 7, 75, 8, e delle dentiere 9, scorrenti lunghesso i bracci B B', trasmette il moto di lavoro ai ceppi porta utensili P, P'. La scatola-guida, che abbraccia la dentiera 6, 7, rotando attorno all'asse 75, oscilla essa pure assieme alla dentiera 6. È una disposizione che permette di dare alla bielletta 6 una lunghezza minima. La lunghezza della corsa si regola spostando il bottone 5, 6 (fig. 13). La posizione di lavoro dei ceppi P, porta utensili, si regola a piacimento lungo le guide B, poi questi si fissano alla dentiere 9 colle viti di collegamento 67.

(1) *Revue de mécanique*, Paris, aprile 1906, pag. 374.

Si osservi che l'albero verticale 32 funziona anche da asse di rotazione della piattaforma W, e questo assicura la trasmissione del moto, comunque W sia orientato sopra la base Z. In secondo luogo, le due ruote 72, 73 (fig. 13) che trasmettono il moto da 4 a 5, sono ruote di serie, cioè si possono sostituire con molte altre copie di ruote di diametri differenti, delle quali la macchina è provveduta; questo ci permette di far variare, fra limiti estesi, il numero delle corse di lavoro che fanno gli utensili in un dato tempo.

Movimento d'alimentazione. — L'albero principale 31 (Tav. 5 (II) (fig. 9, 12) per 70, 71 la vite e ruota 10, 11 mette in moto l'alberello dell'alimentazione 12. Questo alberello trasversale porta due dischi scanellati 13 e 24: il primo 13 è destinato a produrre l'entrata e l'uscita degli utensili; il secondo 24 produce il sollevamento e l'abbassamento dell'arcone N.

Si osservi che di ruote 70, 71 se ne ha una ricca serie di ricambio, talchè possiamo, pur tenendo costante la velocità di lavoro, far variare la velocità di alimentazione, a seconda che si tratta di ghisa, d'acciaio o di bronzo ecc.

Il movimento al divisore G (fig. 9) è trasmesso per mezzo degli alberelli 43, 45 e delle ruote 44, 46; i quali organi girano in modo continuo.

Movimenti di entrata e di uscita degli utensili S. — Come si è detto, i due movimenti elementari di rotazione degli utensili S attorno al punto principale V, in questa macchina, non si effettuano mai contemporaneamente, come avviene nelle macchine a sagoma, od a quadrilatero articolato, bensì, hanno luogo in tempi differenti e sempre separatamente; quello attorno all'asse verticale V, 32, o di entrata, serve unicamente per sbozzare il dente e per portare poscia gli strumenti nella posizione I.ª di lavoro SS_1 (Tav. 5 fig. 6). La rotazione attorno all'asse orizzontale gVg serve unicamente per la profilatura del dente.

Il movimento di entrata e di uscita degli utensili S (Tav. 5 (II) fig. 9, 12, 14 a 17) si effettua facendo rotare tutta la piattaforma W, col meccanismo che le sovrasta, attorno all'asse verticale V 32 (fig. 12). Il movimento da 1 per 31, 70, 71, 10, 11 giunge all'alberello trasversale 12, che porta il disco 13 scanellato sul contorno, il quale è destinato ad imprimere alla piattaforma il movimento voluto di va e vieni, nel modo seguente.

La piattaforma W porta con sè un braccio 19 provveduto di lunga scanalatura radiale. Nel registrare la macchina si dà a tale braccio la voluta posizione, facendolo scorrere a mano (fig. 14) per mezzo dell'alberello 21 del rocchetto 22 e della corona 23, lungo il bordo della piattaforma W, quindi si fissa di posizione colle viti 20.

Fra gli organi 19 e 13 si trova interposta una piastra 14, girevole orizzontalmente attorno al perno fisso 15. Questa piastra porta due boccioli, uno inferiore 17, che penetra e viene condotto dalla scanalatura sagomata del disco 13. L'altro bocciolo 18 è superiore e penetra nella scanalatura rettilinea del braccio 19; esso produce il movimento di va e vieni della piattaforma W.

Il bocciolo 18 è scorrevole, per mezzo della vite 16, lungo la piastra 14; e così, allontanando o avvicinando 18 da 15, pure essendo costante la rotazione della piastra 14, potremo fare più o meno ampia, a seconda del bisogno, la rotazione di W, cioè la corsa di entrata e di uscita degli strumenti.

Se il dente da tagliare è molto profondo si allontanerà 18 da 15, e così si otterrà una corsa maggiore di W; per contro se il dente è piccolo si accosterà 18 a 15.

Forma della scanalatura del disco 13. — Tale disco serve a produrre il movimento di alimentazione, durante la sbozzatura del dente, poscia, nel secondo grado della lavorazione, serve a portare la piattaforma W nella posizione voluta, ed a mantenervela immobile durante tutto il lavoro di profilatura; la quale viene poi effettuata in grazia del secondo disco 24. Di solito questi movimenti d'alimentazione sono prodotti nelle macchine utensili in modo intermittente, con ruota e nottolino; la scanalatura 13 invece lo produce in modo continuo.

La macchina è provvista di due dischi 13 di ricambio, uno per abbozzare ed uno per finire; la quale cosa è necessaria perchè diversa deve essere la legge di movimento per gli strumenti abbozzatori e per i finitori. Le fig. 16 e 17 ci fanno vedere lo sviluppo delle due scanalature; la prima è abbozzatrice, la seconda finitrice.

Scanalatura sbozzatrice (*fig. 16*). — Siccome durante la sbozzatura, non si fa alcun lavoro di profilatura, così deve mancare il periodo di arresto della piattaforma W. Quando il bocciolo 17 è nella posizione 13 gli strumenti sono rientrati completamente, nella posizione S_0 a tratti pieni (fig. 6): e dovremo regolare i pezzi 19, 20, W, S, in modo che questo si verifichi. Quindi, rotando il disco da

13 in 13_a gli utensili rapidamente escono e si portano nella posizione punteggiata S_0 della fig. 6; si regola la ampiezza di questa corsa retrograda colla vite 16 della piastra intermediaria 14 (fig. 14). Il lavoro si incomincia cogli strumenti in questa posizione, come è indicato nella fig. 9.

A partire da questo punto 13_a gli strumenti rientrano durante tutto il restante giro del disco, cioè da 13_a fino a 13_b. Essendo questo arco molto lungo, ne segue che l'avanzata degli utensili si fa molto lentamente; il che è assai opportuno, trattandosi di eseguire il lavoro, molto faticoso e penoso, di sbozzare o scavare dal pieno. Giunto al fondo del dente in 13 lo strumento, quasi senza fermarvisi, retrocede rapidamente in 13_a.

Cambiando opportunamente le ruote 70, 71 dell'alimentazione (fig. 12), e le ruote 72, 73 del lavoro (fig. 13), possiamo regolare l'alimentazione in guisa da avere un dato avanzamento, per ogni corsa degli utensili, e regolare in tal modo lo spessore del truciolo, a seconda del metallo e del lavoro che si eseguisce.

Scanalatura finitrice (fig. 17). — Durante la profilatura lo strumento deve fare movimenti diversi, che durante la sbozzatura. Partendo dalla posizione 13_a di completa uscita (fig. 9), gli strumenti S possono avanzare rapidamente fino a contatto colle superficie 1, 2, 3, 4 (fig. 6) fatte nella operezione precedente di sbozzatura, il che si ottiene col rapido tratto di curva 13_a, , 13_b (fig. 15 e 17).

Giunti in 13_b gli strumenti incominciano ad incontrare materia da lavorare, e vengono spinti lentamente innanzi da 13_b sino in 13_c, in modo da giungere in fondo al dente, asportando il sopra spessore 1, 2, 5, 6; 3, 4, 7, 8 lasciato nella sbozzatura (fig. 6).

In tutto questo periodo di uscita e di entrata degli istrumenti, l'arcone N rimane immobile. Ma giunti gli utensili S S' nella posizione I.ª della fig 6, questo movimento di penetrazione, che si è effettuato in poco più di $^1/_3$ di giro del disco 13, deve cessare, e la piattaforma W deve restare immobile per tutta la durata della profilatura del dente. Per ottenere ciò il solco del disco da 13_c fino a 13_d, per oltre la metà del contorno, è contenuto in un piano normale all'asse, costituisce cioè un lungo riposo; ed è soltanto durante questo lungo riposo che si effettua il

Movimento di rotazione alternativa dell'arcone N. — Questo secondo movimento di alimentazione serve a dare il profilo al dente, nel modo spiegato a pag. 56, durante il 2.° e 3.° periodo della II.ª fase

di lavorazione. L'arcone da prima si abbassa, poi si solleva, facendo rotare, l'albero 35 colla ruota R, il pezzo H L K coi bracci B e gli utensili S. A tale scopo, nella grande scanalatura di N (fig. 12) si inserisce il corsoio rettangolare *d*, investito sul perno D, che fa corpo col pezzo 30. Questo si fissa con una vite di pressione, sopra una opportuna sporgenza trapezia del pezzo K. In tal modo si può, valendosi della graduazione tracciata su K (fig. 9) e delle indicazioni fornite dal costruttore, dare al perno D la posizione conveniente rispetto a K.

Il moto dell'arcone N (Tav. 5 (II) fig. 9, 10, 12, 18) si deriva dall'alberello della alimentazione 12, che porta sulla estremità opposta a 13, un disco 24, avente sulla sua faccia piana, una profonda scanalatura sagomata. In tale scanalatura entra il bocciolo 27 della leva a squadra 25 imperniata in 26; la quale, colla biella 28, 29, comanda direttamente l'arcone N. Le cose sono disposte come nelle figure 12, 18, e non come nelle fig. 9, 10, che si sono alterate per chiarezza di rappresentazione.

Vediamo come sia sagomata la scanalatura del disco 24. Siccome l'arco N deve restare immobile, nella posizione mediana, per tutto il tempo dell'uscita e della successiva entrata degli strumenti, ossia per tutto il tempo che dura il primo periodo dell'alimentazione, che è quasi di un mezzo giro, vediamo che da 24 fino a 24_a (fig. 18), si ha un lungo riposo, di quasi 180°. In questo mentre funziona la parte eccentrica dell'altro disco 13.

Nel tratto 24_a a 24_b il rullo 27 si accosta all'asse di rotazione 12, e la leva coll'arcone si abbassano lentamente fino in 28 *b*. Poscia nel tratto 24_b a 24_c l'arcone si risolleva fino alla posizione orizzontale; da 24_c a 24_d oltrepassa la orizzontale, elevandosi fino in 27_d e 28_d. Per ultimo da 24_d a 24 ritorna orizzontale, e rimane poi in tale posizione per quasi mezzo giro.

Le oscillazioni dell'arcone da una parte e dall'altra della posizione orizzontale, sono di eguale ampiezza.

Il riposo del disco 24 corrisponde alla parte sagomata del disco 13; e reciprocamente la parte sagomata del disco 24, corrisponde al riposo del disco 13.

La corsa dell'arcone N si può rendere più o meno ampia, a seconda del bisogno, spostando il bottone 28 nella lunga feritoria del braccio 25.

Durante tutto il lavoro di sbozzatura, l'arcone N deve restare immobile, perciò si toglie di sito il bocciolo 27, e si posa l'arcone sopra un apposito sostegno, che lo tiene fisso al basamento Z della macchina.

Freno pel movimento dell'arcone N e della ruota R. — Per ottenere la superficie del dente perfettamente liscia, è necessario che il movimento, tanto dell'arcone N, come pure della ruota R, si faccia con molta dolcezza, senza alcun traballamento, o vibrazione.

L'autore ha posto ogni cura per evitare simili giochi: così alla bietta del mozzo M' ha dato una forma speciale a V e cuneo di ripresa (fig. 4); ha munito il divisore di un'arresto (fig. 11) che serve a collegare invariabilmente gli alberi 34 e 35, ad ogni nuovo dente che si taglia: ed ha provveduto di apposito freno l'arcone N. Tale freno è costituito dalla piastra 69 (fig. 2, 3) la quale viene mossa dai bracci dentati 36, 37, e scorre col suo dosso contro il lungo cuneo d'acciaio 40, contenuto nella custodia o cassa 42 (fig. 9), fissa al basamento Z della macchina. Serrando opportunamente colle viti di registro 41, 42 il cuneo 40, si preme la slitta 69 contro gli archi dentati 36, 37 e si evitano così i dannosi tremolii, che si potrebbero verificare specialmente durante la discesa degli utensili.

Apparecchio divisore (Tav. 5 (II) fig. 9). — L'apparecchio divisore G. ha una disposizione molto differente da quelli comunemente in uso; disposizione che l'autore chiama *positiva*.

Questo divisore deve compiere parecchie funzioni:

a) fa girare la ruota R di un passo a tempo opportuno.

b) assicura la perfetta immobilità della ruota R durante l'entrata degli strumenti: inoltre

c) permette alla stessa ruota R di girare, seguendo il movimento dell'arcone N, durante la profilatura del dente.

Per ottenere questi tre scopi l'albero 34 che porta la ruota R, è investito entro il grosso albero cavo 35 ed è questo che è abbracciato dai mozzi M M'. Tutto il meccanismo divisore è portato da una piastra o staffa G che fa corpo coll'albero cavo 35, ed è quindi girevole con esso; laddove sull'albero pieno 34 è investita soltanto l'ultima ruota 60 del divisore.

Si avverta che nella fig. 9, si sono grandemente alterate, sia la forma, sia le proporzioni di questo divisore, allo scopo di farne comprendere il funzionamento. In realtà esso è molto piccolo, come appare dalla fig. 7, 8 (pag. 58).

Le parti principali del divisore sono la ruota 60 colla vite perpetua 59 e le 4 ruote di serie 55 a 58, delle quali se ne ha un ricco assortimento, per ottenere che ad ogni giro intero delle 53, 55 la ruota R giri di un passo.

Originale è il modo col quale si imprime il moto intermittente

alla prima ruota di serie 55. Il moto da 1 per 2, 43, 44, 45, 46 giunge al divisore G. L'albero della ruota 46 porta una vite perpetua, non segnata, che fa girare in modo continuo la ruota 48, folle sull'alberello 68 della 55. La 48 porta, planetaria la 49, che imbocca colle due ruote 50 e 51. La 50 fa corpo colla 52, e sono entrambe folli sul loro alberello. La 51 fa corpo col disco 53 e colla prima ruota di serie 55, montate tutte tre sullo stesso albero cavo 68.

Un pezzo oscillante 54 spinto dalla φ si caccia nell'unica tacca che presenta il disco 53 e lo immobilizza assieme a 51, ed a tutto il divisore. In tal caso la 49, sviluppandosi sulla 51, che sta ferma, fa girare oziosamente le 50 e 52; laddove la ruota R rimane ferma, trattenuta dalla vite perpetua 59-60, durante tutta la entrata degli strumenti.

Questo però non impedisce alla ruota R di girare assieme all'arcone N, perchè tutto il complesso del divisore G, che è portato dall'albero cavo 35, ruota assieme a questo albero ed al 34, senza che si verifichi il benchè minimo gioco, o movimento relativo, fra i due alberi stessi, in grazia della disposizione di sicurezza della quale diremo.

Nel tipo che descriviamo la ruota 46 non si trova sull'asse di rotazione Rγ, ma è più bassa, (fig. 7), perciò l'alberello 45 è foggiato a cannocchiale e segue il movimento di oscillazione del divisore G, allungandosi ed accorciandosi a vicenda.

Terminata la profilatura del dente, e la corsa di uscita degli utensili, giunti cioè nella posizione della fig. 9, l'alberello 12 fa scattare un sistema di leve, non segnate in figura, il quale, agendo sul bocciolo 61, spinge la punta di sinistra del pezzo 54 fra i denti della ruota 52, che rimane così immobilizzata, e nello stesso istante, libera il disco 53. Allora la 49, sviluppandosi sulla 50, che è ferma, mette in rapido moto di rotazione la 51, il disco 53 il treno 55-58 e per mezzo di 59 e 60 fa girare di un passo la ruota da tagliare R.

Ma appena il disco 53 ha fatto un giro, il pezzo 54, spinto della molla φ, si caccia nella apposita tacca che gli si presenta, ed arrestando istantaneamente il divisore, lascia libero di girare le ruote oziose 50, 52. E così il moto della 48, che è continuo, si trasmette alternativamente, ora a destra al divisore, ora a sinistra alle ruote oziose.

Durante tutto il periodo di lavoro la ruota R deve restare perfettamente immobile per rispetto all'albero cavo 35; ad assicurare ciò serve la disposizione indicata nella fig. 11. L'arresto 54 da solo potrebbe permettere qualche leggero traballamento; ad impedirlo

serve il pezzo 62, il quale, spinto dalla molla ψ, preme colla sua faccia inclinata sotto al piuolo 63, ed obbliga la tacca del disco 53 a stare fortemente in contatto a sinistra, premuta sopra l'arresto 54.

Quando 54 lascia libero 53 di rotare, nel senso della freccia, il gancio 64 opportunamente mosso, fa scostare il pezzo 62, in guisa che il perno 63 fa il giro completo senza urtare la punta di 62. Ma appena 54 entra nuovamente nella sua tacca, anche 64 lascia libero 62, e questo, scattando, si caccia sotto a 63, e così immobilizza il disco con tutto il divisore.

Alcuni dati sulla dentatrice Gleason. — Terminiamo la descrizione di questa bella macchina, riportando alcuni fra i dati più importanti che la caratterizzano.

Dimensioni della macchina.

Diametro massimo della ruota da tagliare	380 mm.
Rapporto massimo tra la ruota e il rocchetto che possono essere tagliati	7 ad 1
Lunghezza massima della generatrice del cono primitivo, che la macchina può tagliare	266 mm.
Massima lunghezza del dente che può essere tagliata .	127 »
Passo diametrale o massimo modulo per la ghisa .	$m = 8,5$
» » » » per l'acciaio .	$m = 6$
» » più conveniente per la macchina .	$m = 4$
Diametro della puleggia motrice 1	406 mm.
Larghezza della doppia cinghia motrice	75 »
Diametro delle puleggie, fissa e folle del rinvio . . .	305 »
Larghezza della doppia cinghia del rinvio	90 »
Numero di giri del rinvio al 1'	$n = 100$
Peso netto della macchina	2540 Kg.

Velocità di lavoro e di alimentazione. — Questa macchina si muove con una velocità di lavoro di molto superiore a quella di tutte le sue congeneri, ed è a grande produzione.

Ad ogni giro completo dell'alberello 12 si ultima un dente, qualunque sia la sua dimensione e cioè, nella prima fase di lavoro, si sbozza, e nella seconda fase, si profila completamente un dente su entrambi i fianchi.

Velocità di lavoro. — Come si è detto la puleggia motrice 1 si muove con velocità costante; e possiamo ottenere diverse velo-

città di lavoro, cambiando le ruote 72, 73 (fig. 13). Si hanno 8 ruote di ricambio, che si accoppiano in questo modo, dovendo i denti delle due sommare sempre a 48; 24-24; 21-27; 18-30; 15-33. Coll'ultima coppia, se si dispone la ruota di 15, come condotta, al posto della 73, si ha la massima velocità di lavoro.

Nella macchina, dalla quale abbiamo dedotti i disegni su riferiti, la velocità è assai minore di quella indicata dal fabbricante; il contralbero fa soltanto $n = 240$ giri in luogo dai 400 prescritti; e la puleggia 1 fa soltanto $n = 300$ giri; ciò non ostante coi rocchetti di 33 e 15 denti, ognuno degli strumenti fa 200 corse doppie al 1', ed essendo la corsa di 80 mm. si ha una velocità media di lavoro di 32 metri al 1', che è una velocita molto elevata, circa quattro volte quella che si usa cogli acciai ordinarii.

Se il contralbero facesse i 400 giri indicati dal costruttore la velocità salirebbe a $32\ {}^{400}/_{240} = 53$ m. al 1', velocità adatte per gli acciai rapidi moderni, quando si lavorino metalli non troppo duri.

La velocità di alimentazione deve essere regolata con molta prudenza, per fare il lavoro in breve tempo, pur senza forzare la macchina. È quindi pregio caratteristico delle macchine moderne avere molte velocità di alimentazione. Variando poi opportunamente la velocità di lavoro. si regola a piacimento lo spessore del trucciolo e lo sforzo degli utensili.

Questa macchina, oltre ad avere due dischi scanalati 13, destinati uno alla sbozzatura, l'altro alla profilatura, è dotata di 14 ruote di ricambio che si collocano al posto delle 70, 71 (fig. 12). Si avverta però che, in realtà, esse sono in posizione molto più comoda pel ricambio; cioè sull'esterno della macchina. Le due ruote debbono avere una somma di denti eguale a 100; esse si accoppiano nel seguente modo 50-50; 55-45; 60-40; 65-35; 70-30; 75-25; 80-20. Quando si pone la coppia eguale 50-50 (se la puleggia 1 fa 300 giri) l'alberello 12 fa tre giri completi in un minuto.

La macchina esaminata ha sbozzato il rocchetto R, rappresentato, nelle fig. 5 e 6, di ferro omogeneo, avente $z = 12$ denti, ed un modulo $m = 7$, in 15'; ed altrettanti ne ha impiegati nel finirlo; gli strumenti facevano 120 corse doppie al 1', ed hanno impiegato 75" nel lavorare ogni singolo dente.

Coi dati indicati sopra, cioè colla velocità di lavoro di 200 corse doppie al 1', si è tagliata una serie di rocchetti di bronzo col diametro di 132 mm. con $z = 33$ denti del modulo $m = 4$. Il lavoro di ogni dente si compiva in 20", talchè la ruota si è sbozzata in 1', e si è finita in altrettanto tempo.

E si noti che la macchina è spinta ad una velocità assai minore di quella indicata dal suo autore; in tal caso la produzione sarebbe assai più forte, circa 1,7 volte tanto.

Vari profili che si possono ottenere. — Tutte le macchine ad inviluppo, cioè tanto la Gleason quanto la Bilgram, presentano un pregio notevole, che non offrono le macchine a quadrilatero articolato, Smith e Dubosc; e consiste nel poter eseguire indifferentemente evolventi di circolo coll'angolo di inclinazione φ della retta generatrice n T (Tav. 38 (I) fig. 3) più o meno grande, a seconda del bisogno.

Di solito tale angolo si prende $\varphi = 15°$; ma talora conviene aumentarlo sino a 18°, 20° e 22°, o più ancora. È notorio che più piccola è la inclinazione φ, più lunga riesce la retta di azione, più sottile alla base e slanciato il dente; ma col diminuire il numero z dei denti del rocchetto, ben presto si manifesta la così detta *interferenza,* cioè il dente della ruota si impunta fra i denti del rocchetto compagno e non ne uscirebbe più: quindi, a meno di scavare la base dei denti del rocchetto, come si fa nell'orologieria, espediente però che indebolisce notevolmente il dente stesso, non si possono fabbricare rocchetti con meno di un certo numero z_0, piuttosto elevato, di denti.

Si ricorre a due espedienti, per ovviare, od almeno diminuire tale inconveniente; o si fa la cosidetta *correzione,* ovvero si varia l'angolo di inclinazione φ della retta generatrice. La *correzione*, che applica fra gli altri il Reinecher nella sua bella macchina e per la quale fornisce apposite tabelle, consiste nel fare il dente del rocchetto più sporgente e meno profondo del normale e reciprocamente per la ruota. Con tale espediente però si viene a raccorciare notevolmente, o l'arco di accesso, o quello di recesso, a seconda che il rocchetto è conducente o condotto.

L'altro espediente consiste nell'aumentare l'inclinazione φ della retta generatrice. E col crescere di φ, i denti riescono più larghi e robusti alla base e più sottili in punta, talchè si abbassa assai il numero z_0, minimo ammissibile pei denti del rocchetto, senza che si presenti il fenomeno della interferenza; ma con ciò si viene ad accorciare la lunghezza della retta di azione. Ora questa pure ha un valore minimo, oltre al quale non si può scendere, ed è la lunghezza del passo, perchè altrimenti non si avrebbe la continuità nella trasmissione del moto.

In base a queste considerazioni si può ritenere come numero z_0 minimo ammissibile per i denti dei rocchetti, i seguenti (1):

per $\varphi = 15°$; $z_0 = 20$ per $\varphi = 18°$; $z_0 = 14$, per $\varphi^0 = 22_0\,30'$ $z_0 = 9$

È molto comodo pel costruttore poter assegnare o l'uno o l'altro di tali valori di φ^0, a seconda del bisogno. Ora con questo tipo di macchine, basta dare allo spigolo tagliente dello strumento l'angolo φ che meglio conviene, perchè la macchina di per sè, senza altre preoccupazioni da parte dell'operaio, dia al profilo del dente la esatta forma che gli compete; il che torna di grande utilità nella pratica, e costituisce uno dei pregi notevoli di questa macchina.

(Continua). Prof. Ing. ALFREDO GALASSINI.

---

(1) E. DUBOSC. — *Dentature ad evolventi. - Atti Collegio Ingegneri,* Torino 1902.

STIMA DELLA INDENNITÀ

PER IMMOBILI ESPROPRIATI A CAUSA DI PUBBLICA UTILITÀ.

I. — Criteri di stima.

§ 1. Generalità. — Tutte le proprietà senza alcuna eccezione sono inviolabili: tuttavia quando l'interesse pubblico legalmente accertato lo esiga si può essere tenuto a cederle in tutto o in parte mediante una giusta indennità, conformemente alla legge (*Art. 29 dello Statuto*).

Nessuno può essere costretto a cedere la sua proprietà od a permettere che altri ne faccia uso, se non per causa di utilità pubblica legalmente riconosciuta e dichiarata, e premesso il pagamento di una giusta indennità (*Art. 438 Cod. civ.*).

Le norme relative all'espropriazione per causa di pubblica utilità sono determinate dalla legge 25 giugno 1865 n. 2359 (1).

Sono opere di pubblica utilità quelle che influiscono direttamente sul commercio, sulla sicurezza, sulla edilizia, sulla comodità della vita e sulla salute pubblica. Così le ferrovie, i canali navigabili, le nuove vie ordinarie, l'allineamento od allargamento delle esistenti, le tramvie, l'ampliamento delle piazze, le condotte di acqua, i bagni, i macelli, i cimiteri, gli ospedali, il prosciugamento dei laghi e stagni ecc.

§ 2. Indennità. — Pel bene comune il dritto individuale deve armonizzarsi col dritto sociale, così che il primo deve talvolta ricevere delle modificazioni, da non alterarne però la sostanza. Ad espropriare quindi un fondo per pubblica utilità fa d'uopo assegnargli una giusta e preventiva indennità; in tal modo la proprietà privata non ne soffre, perchè compensata nel suo reale valore, avendo soltanto luogo uno scambio tra la materia della proprietà, che è il fondo, ed il valore di esso.

Benvero detta indennità è dovuta per la sola diminuzione di valore permutabile del fondo, che è il vero valore nel senso della scienza economica; la diminuzione di valore meramente personale, detto anche *valore di uso*, va esente da compenso, Di tal che il perito non potrà tenere conto dell'*affezione* che il proprtetario potesse serbare pel fondo, nè di tutte le circostanze morali a lui ignote, quantunque d'ordinario ponderate dai contraenti per particolari vedute ed interessi. Come ancora non valuterà il fatto della ces-

(1) Gli articoli 9, 10, 56 e 71 di tale legge sono stati modificati dal Decreto 11 dicembre 1879 n. 5188.

sione forzata, perchè questa costituisce appunto l'unico sacrificio al bene pubblico che richiede la legge ed impone ai privati.

§. 3. Momento giuridico a cui bisogna riferire il prezzo del fondo che si espropria — Ove la indennità di espropriazione offerta dall'espropriante al proprietario è da questo rifiutata, le parti, a norma dell'art. 26 della legge, possono stabilirla amichevolmente. E se il bonario accordo non riesce, detta indennità é fissata dai periti giudiziari i quali stimeranno l'immobile nel preciso stato e condizioni in cui trovavasi al momento della cennata offerta, onde colui che ha motivata la contestazione ne subisca interamente e meritatamente le consegnenze. Il Prefetto in seguito del deposito della perizia giudiziale pronuncia la espropriazione ed autorizza l'occupazione dei beni (Art. 48 della legge).

Se abbiasi ad effettuare una seconda stima, il momento a cui bisogna riferire il prezzo dello stabile da occuparsi, dev'essere l'altro della emanazione del decreto prefettizio qui sopra indicato, dovendo per dritto pubblico e per principio di economia, che regola ogni contrattazione di compra-vendita, il prezzo del fondo che si aliena essere il venale, ossia quello che gli compete allo istante del suo trasferimento, che in tema di espropriazione è la data del suddetto decreto (1). Cosicchè se nell'intervallo che intercede tra la offerta della indennità e siffatto decreto, l'immobile fosse aumentato di valore, per impianto di una nuova linea tramviaria, per ultimato bonificamento del luogo ecc., non sarebbe giusto attribuire al poprietario un'indennità inferiore all'adeguata; come pel contrario se il valore dell'immobile fosse diminuito sia per lesioni manifestatesi per infiltramento d'acqua nelle fondazioni, sia per danni prodotti da terremoto, da incendio o da altro motivo, non sarebbe giusto che l'espropriante pagasse una indennità superiore alla reale (2).

§ 4. Contributo fondiario. — Nella determinazione del prezzo di un fondo espropriato per causa di pubblica utilità la detrazione del tributo fondiario deve farsi in base all'imponibile catastale, e non sulla rendita ef-

(1) La proprietà dei beni soggetti ad espropriazione per causa di pubblica utilità, passa nell'espropriante dalla data del Decreto del Prefetto che pronuncia la espropriazione (Art. 40 della legge).

(2) Nelle espropriazioni per causa di pubblica utilità il prezzo dei fondi espropriati dev'essere determinato secondo il loro valore al momento della emanazione del decreto prefettizio di espropriazione. Conseguentemente nel computo della indennità deve tenersi conto anche degli incrementi di sostanza e di valore economico verificatosi nei fondi espropriati dopo la dichiarazione di pubblica utilità, ma prima dell'anzidetto decreto prefettizio (*Cassazione di Roma, 13 novembre 1888*; Tanlongo *contro* Comune *di* Roma).

Il prezzo di uno stabile espropriato per causa di pubblica utilità deve commisurarsi a quello che al giorno del decreto prefettizio di espropriazione, il proprietario avrebbe ricavato in una libera contrattazione di vendita (*Cassazione di Roma, 1 aprile 1876*).

La misura della indennità dovuta al proprietario di uno stabile espropriato deve determinarsi non dal valore che avevano i fondi al giorno della dichiarazione di pubblica utilità, ma da quello che hanno al giorno del decreto prefettizio che pronuncia l'espropriazione (*Cassazione di Firenze, 17 febbraio 1877*; Comune *di* Vicenza *contro* Bragadin).

fettiva (*Cassazione di Napoli*, 30 *novembre 1899*; PITOCCO *contro* IMPRESA DELL'ESQUILINO). Nelle espropriazioni per pubblica utilità il tributo fondiario deve essere determinato sull'imponibile catastale, non secondo la rendita accertata, e senza riguardi ai possibili aumenti del tributo stesso. (*Cassazione di Napoli, 27 febbraio 1889*; TAYLOR *contro* IMPRESA DELL'ESQUILINO). Espropriandosi un immobile a causa di pubblica utilità, è giusto criterio di stima quello in base a cui si deduce dalla indennità il capitale corrispondente all'imposta attuale nel momento della espropriazione. (*Cassazione di Napoli, 3 giugno 1877;* SOCIETÀ IMMOBILIARE *contro* ORFANOTROFIO MILITARE).

§ 5. RAGIONE DI RAGGUAGLIO. — Allochè il proprietario viene per effetto della espropriazione a perdere in tutto od in parte il suo immobile, è necessitato reimpiegarne il prezzo affin di ripristinare il suo patrimonio. Ora se il tasso che corre pei fondi pubblici è elevato egli potrà acquistare una quantità di rendita minore di quanto ne possedeva; se basso le sue entrate miglioreranno, però è ben diverso il possesso di una stabile proprietà da quello di un titolo di rendita, il cui capitale è soggetto a continue oscillazioni e pericoli. Inoltre se il fondo espropriato é di poca entità, trovarne altro di identico costo, non è agevole cosa, così che talvolta la moneta rimasta per lungo tempo in mano del proprietario finisce col dileguarsi. In ogni caso la compra di un altro fondo non va esente da perditempo, fastidio, rischio e spese.

Il perito perciò deve regolare la ragione di ragguaglio in modo che a fronte di siffatte circostanze lo stato finanziario dell'espropriato, dopo l'occupazione del suo immobile, sia identico a quello in cui trovavasi anteriormente alla medesima (1).

§ 6. SOPRAEDIFICAZIONE. — Nella determinazione del prezzo di un fabbricato espropriato per causa di pubblica utilità, deve tenersi conto della potenzialità del medesimo ad essere elevato ad una maggiore altezza, consenziente il locale regolamento edilizio. (*Cassazione di Torino, 31 luglio 1874;* COMUNE *di* GENOVA *contro* DE ANDREIS). Questo principio trova applicazione anche nel caso in cui per rendere più sicura la sopraedificazione, si richiedesse qualche opera di consolidamento dello stabile (*Cassazione di Napoli, 4 febbraio 1893;* SOCIETÀ PEL RISANAMENTO *contro* BUCCINO *e* CARABBA) (2).

§ 7. SUOLO EDIFICATORIO. — In tema di espropriazione per pubblica utilità, non si deve valutare come area fabbricabile se non quella che è tale al momento in cui l'espropriazione stessa viene decretata. (*Corte di Appello di Genova, 21 dicembre 1877*). La edificabilità di un terreno da espropriarsi non può essere soggettiva ed *in fieri*, ma oggettiva ed *in actu*. (*Cassazione*

(1) Il concetto della indennità include in sè quello di emenda del danno, ossia della perdita dello stabile, epperò la stessa deve essere tale che il patrimonio dello espropriato sia posto nella stessa condizione in cui era prima dell'espropriazione. — PISANELLI. — *Relazione che accompagna il progetto di legge in parola*

(2) La Corte di Appello di Genova con sentenza 27 marzo 1893, ha giustamente ritenuto non potersi mettere a calcolo la potenzialità alla sopraedificazione di un terrazzo, allorchè siasi già tenuto conto del medesimo per attribuire un maggior prezzo all'edifizio.

di Roma, 15 maggio 1889; COMUNE DI ROMA *contro* COMPAGNIA FONDIARIA ITALIANA). Un terreno espropriato per pubblica utilità deve essere considerato secondo l'uso presente e non pel valore che potrebbe avere in futuro per effetto di nuova e diversa destinazione (*Cassazione di Roma, 3 giugno 1896;* MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI *contro* GENTILOMI). La sola circostanza che un terreno prossimo ad una città possegga tutti i requisiti necessari a ritenerlo idoneo alla fabbricazione, non è ragione che basti a qualificarlo fabbricabile nel senso commerciale, nel senso cioè che debba perciò essere valutato e contrattato come terreno fabbricabile (*Cassazione di Firenze, 9 dicembre 1890 e Corte di Appello di Ancona, 22 luglio 1891*).

§ 8. MACCHINE, CONGEGNI ECC. — Dovendosi espropriare per causa di pubblica utilità uno stabilimento industriale in esercizio, verranno esclusi dal relativo apprezzo i meccanismi immobilizzati per destinazione dal proprietario, limitandosi il dritto di costui ad un conveniente compenso per le spese occorrenti al trasporto dei medesimi e per guasti eventuali (*Cassazione di Torino, 27 agosto 1890;* DELLE PIANE *contro* FERROVIE MERIDIONALI).

§ 9. NUOVE OPERE. — Qualora il proprietario avesse fatto nuove opere nel suo fondo, allo scopo di conseguire maggior prezzo nella espropriazione, il perito non deve tenerne conto.

La legge (*Art. 20)* considera fatte allo scopo di ottenere maggiore indennità, senza d'uopo di pruova, le costruzioni, le piantagioni e le migliorie che dopo la pubblicazione dell'avviso di deposito del piano di esecuzione siano state intraprese sui fondi in esso segnati fra quelli da espropriarsi.

Se l'opera fatta si può togliere ed asportare, senza danno del fondo, è data facoltà al proprietario di farlo a sue spese.

II. — Espropriazione totale.

§ 10. — Allorchè un fondo viene espropriato per intero, il valore dello stesso sarà determinato coi criteri avanti cennati e con gli altri prescritti palla tecnica estimativa per le libere contrattazioni di compra-vendita (art. 39 della legge). L'indennità quindi dovuta all'espropriato eguagliar deve il giusto prezzo della proprietà; egli non deve soffrire altro che la sola coazione di volontà.

III. — Espropriazione parziale.

§ 11. — Espropriandosi parzialmente un fondo, il proprietario viene a perderne una porzione, e quindi l'utile che da essa ne ricavava. Dovranno per la determinazione del valore della parte occupata farsi due stime (Art. 40 della legge), una dell'intiero immobile avanti l'occupazione e l'altra di ciò che rimane di esso dopo che questa è avvenuta. La differenza tra i due

risultanti valori rapprenterà la indennità dovuta all'espropriato per la parziale occupazione del suo cespite.

§ 12. Vantaggi. — La residua parte di un immobile può ricevere un vantaggio dall'esecuzione dell'opera pubblica. Questo vantaggio dev' essere *speciale*, perché ai benefizi generali che derivano da un' opera pubblica ha dritto l' espropriato come qualunque altro cittadino, ed *immediato*, cioè conseguenza diretta dell' esecuzione dell' opera stessa, essendo ciò che dipende da eventuali circostanze di un lontano avvenire per sua natura incerto. Il vantaggio speciale ed immediato sarà, ai sensi dell' art. 41 della legge in esame, estimato a parte e sottratto dalla indennità ricavata ai sensi del cennato art. 40 della stessa legge. E il valore di esso vantaggio è dato dalla differenza tra i due altri valori che si ottengono valutando la parte non espropriata dapprima rispetto alle condizioni locali avanti l' occupazione e poscia per rispetto alle nuove dopo l'esecuzione dell' opera pubblica.

Trattandosi di un fabbricato tra i vantaggi speciali ed immediati risentiti dalla parte residua di esso si annoverano i seguenti:

a) Quando detta parte comprende località oscure, che in seguito della incisione vengono ad essere illuminate;

b) Quando quella è soggetta alla servitù dell' *altius non tollendi*, oppure all' obbligo delle luci legali, quale servitù od obbligo si estinguono per l'abbattimento del fondo dominante;

c) Quando contiene spiazzi interni come giardino, maneggio ecc. che riuscendo a fronte della nuova via si rendono suoli edificatorii, oppure terrazze ove si possono utilmente sovrimporre novelle fabbriche;

d) Quando i suoi ambienti, perché addossati ad un terrapieno, da umidi e malsani divengono, per soppressione di quello, aerati e soleggiati;

e) E quando la stessa parte perchè prossima ad uno stabilimento d'onde partono esalazioni, rumori, scuotimento ecc., viene ad esserne liberato per la occupazione anche di detto stabile.

E per un terreno fra gli altri vantaggi havvi:

a) Quando la residua porzione viene in tutto od in parte a rendersi suolo edificatorio, perchè prossima all' abitato della città e fronteggiante la nuova via;

b) Quando la stessa per la costruzione di un canale, da asciutta diviene irrigua;

c) Quando viene a ricevere una diretta comunicazione con la rotabile, mentre prima per andarvi faceva d'uopo percorrere lunghi e difficili sentieri;

d) Quando per lo impianto di una ferrovia riesce in prossimità di una delle stazioni;

c) E quando obbligata ad una servitù di passaggio od altra, viene per effetto dell' opera pubblica a liberarsene.

Il vantaggio generale è quello che si risente indistintamente ed identicamente da tutti i proprietari del luogo ove è avvenuta la nuova opera, ed esso non può detrarsi dalla indennità dovuta all' espropriato.

Ricevono un vantaggio generale quei fabbricati che prima trovavansi in

angusto e meschino vicolo e poscia le residue parti di essi vengono a riuscire su di un'ampia e signorile strada, migliorando così le loro rendite. Come ancora gli stabili di una regione malarica bonificata dall'opera pubblica, accosto ad un nuovo porto di mare ecc.

Il vantaggio generale può solo tassarsi con un contributo la cui misura dev' essere indicata nella dichiarazione di pubblica utilità. E tale contributo viene fissato in ragione del maggior valore che in conseguenza dell' opera pubblica vengono ad acquistare gli stabili.

Taluni ingegneri calcolano l' indicato vantaggio della nuova strada nella valutazione della parte residua dell' immobile, ritenendo che il contributo suddetto sia applicabile ai soli proprietari, che pur godendosi il vantaggio dell'opera suddetta, non abbiano subiti espropriazione.

Il primo di questi errori è causato da falsa interpretazione delle parole « *dopo l'occupazione* » che leggonsi nell'art. 40 della legge, perchè i detti ingegneri intendono doversi per effetto di esse valutare la parte residuale del fondo nelle nuove e migliorate condizioni economiche e topografiche locali. Invece lo spirito delle indicate parole è che la stima della accennata parte deve subordinarsi al materiale stato in cui il taglio l' avrà ridotta, e sempre per rapporto alle antiche condizioni del sito. La legge non parla di vantaggio dell' opera pubbica che nel seguente art. 41, quale vantaggio come si è detto, deve essere speciale ed immediato, giammai generale, come si verifica per la nuova strada.

Il criterio poi di andar riferito il mentovato contributo unicamente a coloro che non hanno sofferta espropriazione, è in opposizione dell' art. 79 della legge in parola, quale articolo, che quì appresso trascriviamo, riguarda invece soltanto gli espropriati: « *Nel computo del maggior valore deve dedursene quella parte che già avesse fatta compenso con l' indennità dovuta per l' espropriazione* ».

E se l'obbligo del contributo è esteso anche a quelli che non sono stati toccati dalla espropria, lo è per effetto degli art. 9 e 77 della legge medesima, coi quali son chiamati a detto obbligo « *i proprietari di beni confinanti o contigui all'opera* », che sono gli espropriati parzialmente e gli estranei alla espropriazione.

Estimandosi il vantaggio della nuova via e detraendosi come avanti, consegue, trattandosi dell'allargamento di un vicolo mercè incisione dei fabbricati posti in uno soltanto dei suoi lati, che mentre i proprietari in parte espropriati sarebbero tenuti a concorrere all'esecuzione dell'opera pubblica, gli altri di rincontro usufruirebbero gratuitamente dell' identico beneficio, ciò che non sarebbe giusto. Ed ancorchè questi ultimi, cioè i non espropriati, fossero obbligati ad un contributo, tuttavia lo stesso non eguaglierebbe la detrazione che pel medesimo oggetto verrebbe a ricevere la indennità di coloro che hanno subita la espropriazione, per difformità di criterio nella determinazione dell' uno e dell' altra.

E la legge appunto per non creare sperequazione nel contributo da pagarsi, ove occorre, dagli espropriati parzialmente e dai non espropriati, vuole

esclusa dal computo del riferito maggior valore la parte di esso devoluta ai vantaggi speciali, a causa che questi non possono verificarsi pei non espropriati. (1).

È pertanto a porsi mente che nella espropriazione parziale se la indennità risulta maggiore del quarto del prezzo dell'intiero immobile, e nel contempo il vantaggio speciale ed immediato derivante alla parte non espropriata, si calcola a più del quarto di detta indennità, può il proprietario cedere all'espropriante l'intiero fondo, estimato come in una libera contrattazione di compra-vendita.

L'espropriante ben vero può esimersi da tale acquisto, offrendo all'espropriato una somma non minore dei tre quarti dell'indennità stabilita a norma dell'indicato art 40.

In ogni caso la indennità dovuta al proprietario non potrà mai essere minore della metà della differenza fra il valore dell'intero fondo prima dell'occupazione ed il valore della residua parte di esso dopo l'occupazione. Ossia che la sottrazione del futuro vantaggio speciale ed immediato non potrà mai ridurre a meno della metà l'ammontare della indennità che spetterebbe al proprietario, se di detto vantaggio non si avesse a tener conto.

Esempio 1. — *Di un edifizio del costo di L. 11 000 se ne deve espropriare una parte, rimanendone altra valutata per L. 7000. Che indennità devesi pagare, supposto il vantaggio dell'opera pubblica, determinato indipendentemente al valore di detta residua parte, essere di L. 1500 ?*

Per l'art. 40 della legge la indennità di espropriazione è data dalla differenza :

$$L.\ 11\,000 - L.\ 7000 = L.\ 4000\,;$$

ma siccome 4000 è maggiore di $^1/_4$ *11 000, e nel contempo 1500 supera* $^1/_4$ *4000, così, ove l'espropriante non voglia ritenersi l'intero immobile avrà da pagare la indennità non di L. 4000 — L. 1500 = L. 2500, ma l'altra :*

$$^3/_4\ L.\ 4000 = L.\ 3000$$

Esempio 2. — *Sia il costo di un fondo di L. 12 000 di cui dev'esserne occupata una porzione, restando al proprietario altra di L. 9100, la quale sarà per ricavare dall'opera pubblica un vantaggio determinato come il precedente e stimato per L. 2000. Si domanda la indennità a corrispondersi per la parte espropriata.*

Per lo stesso art. 40 della legge si ha :

$$L.\ 12\,000 - L.\ 9100 = L.\ 2900$$

(1) Per detti primi proprierari, ossia per quelli espropriati parzialmente, si calcoleranno da parte i vantaggi speciali ed immediati, ove esistono, che aggiunti al contributo suddetto, se imposto per legge, la risultante somma si detrarrà dalla differenza ricavata in base dell'art. 40 della legge.

e la indennità su indicata invece di essere:

L. 2900 — L. 2000 = L. 900, sarà:
$^1/_2$ (L. 12 000 — L. 9100) = L. 1450.

§ 13. Se il valore del vantaggio speciale ed immediato invece di stimarsi a parte e detrarsi, come si è detto, dalla differenza di cui è parola nell'art. 40 della legge, si considerasse nella valutazione diretta della residua parte del fondo, nella differenza medesima sarebbe implicitamente compresa la detrazione pel riferito vantaggio. Però la indennità in tal modo determinata riuscirebbe inesatta laddove abbiansi a verificare i casi qui sopra accennati.

(Continua).

Ing. Cav. Uff. CARLO SCALA.

LA NAVIGAZIONE INTERNA IN EUROPA

SPECIALMENTE NEI RIGUARDI

DELLE COMUNICAZIONI FRA MILANO E VENEZIA.

Conferenza tenuta l'11 marzo 1907 dietro invito della Lega Navale e del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano.

Il Prof. Comm. Ugo Ancona, Presidente della Sezione della Lega Navale di Milano, invitava a nome di questa l'Ing. Sanjust di Teulada a tenere una confereza sulla navigazione interna allo scopo di esporre quanto si fa all'estero in materia di trasporti per acqua e quanto si potrebbe fare da noi per raggiungere l'identico scopo.

Il Senatore Prof. Colombo, Presidente del Collegio degli Ingegneri ed Architetti che aveva conceduto l'uso della sala della Federazione delle Associazioni Scientifiche, presiedeva l'adunanza e presentò il conferenziere ai numerosi intervenuti fra i quali si notavano parecchie signore.

La conferenza era divisa in diverse parti che noi quì riassumeremo brevemente insistendo specialmente sulle conclusioni le quali accennano in modo speciale alla soluzione pratica del problema della navigazione nella valle padana.

Nella prima parte il conferenziere accennò in generale allo sviluppo straordinario che la navigazione interna ha preso in Europa in questi ultimi anni specialmente in Germania, in Francia, in Belgio ed in Olanda. Il sistema delle vie navigabili che esiste in Germania è specialmente fondato sulle vie navigabili naturali e cioè sui cinque grandi fiumi: il Reno, la Weser, l'Elba, l'Oder e la Vistola. Questi formano le linee principali dal monte al mare: le vie trasversali che mettono in comunicazione la vallata dell'uno con quella dell'altro fiume sono manufatte e comportano perciò tutti i caratteri dei canali propriamente detti.

In Francia invece si può dire che le vie artificiali abbiano il pre-

dominio su quelle naturali e che lo sviluppo della navigazione si debba appunto alla grande molteplicità dei canali manufatti costrutti in questi ultimi anni.

La caratteristica principale della navigazione interna in Europa sta nel continuo aumento del tonnellaggio dei battelli adoperati. Difatti in Germania mentre nel 1875 esistevano 967 battelli sotto le 400 tonnellate e 137 battelli da 400 ad 800 tonnellate, nel 1895 invece i battelli fino a 400 tonnellate erano 2673 ; i battelli da 400 ad 800 tonnellate; erano cresciuti fino al numero di 1245, infine si avevano 296 battelli oltre le 800 tonnellate.

Come si vede adunque la navigazione moderna per essere utile ed efficace richiede assolutamente battelli di grande portata.

Il conferenziere seguitò poi la sua conferenza dividendo l'esposizione sua in tre parti e cioè *La Via, Le Navi* ed *I Porti.*

1.° *La Via.* — Quì il conferenziere espose le proiezioni della rete germanica e della rete francese; fece poi seguire un accenno alle disposizioni principali delle vie d'acqua dell'uno e dell'altro paese, soffermandosi specialmente sull'importanza dei mezzi atti a superare le grandi differenze di livello e cioè le conche, gli ascensori ed i piani inclinati.

Accennò principalmente alla grande differenza fra le conche estere e le nostre; illustrò gli ascensori della Louvière e di Henrichenburg; infine accennò al fatto come le conche moderne sieno tutte capaci di barche superiori alle 600 tonnellate. Gli ascensori di Henrichenburg e di Peterborough del Canadà si attengono pure a questa regola e difatti il primo porta barche da 600 ed il secondo barche da 800 tonnellate.

2.° *Le Navi.* — Per le navi il conferenziere insiste sulla necessità delle grandi portate ed a questo proposito egli cita quanto avviene in Francia ove la canalizzazione seguita in base alle leggi del 5 agosto 1879 aventi per base la peniche di 300 tonnellate, sente ora il bisogno di una trasformazione che aumenta questa portata a 5 o 600 tonnellate. Il De Mas dice: « Il faut donc envisager résolument l'éventualité d'une
» évolution nouvelle comportant l'emploi d'un matériel plus puissant,
» comportant la construction de canaux pour bateaux de 500 à 600
» tonnes; plupart de nos rivières canalisées sont d'ores et déjà en état
» de leur donner passage. »

Sempre in Francia, la Commissione istituita nel 1900 per esaminare diversi progetti di sistemazione del Rodano, studiando il canale laterale a questo fiume fra Lione ed Harles (canale da Marsiglia al Rodano) si è pronunziata perchè questa via d'acqua sia sistemata per barche da 500 a 600 tonnellate.

Infine in America a proposito del canale Erie la legge del 7 aprile 1903 prevede la sistemazione di questa via d'acqua per barche di 1000 tonn.

Dunque le navi che occorrono allo stato attuale dei trasporti perchè si possa fare efficace concorrenza agli altri mezzi, devono avere una portata elevata per quanto è possibile ed in ogni caso non inferiore alle 500 o 600 tonnellate.

3.° *I Porti.* — Il conferenziere ha voluto qui far nota la grande differenza fra i porti completi di navigazione interna esistenti specialmente in Germania come il porto di Magdeburgo, quello di Ruhrort, quello di Harburg, quello di Duisburg e parecchi altri ed i nostri piccoli ed antiquati porti come quello di Porta Ticinese, quello di Ostiglia sul Po, quello di Ripetta a Roma.

Il confronto fu illustrato da piani e da vedute dei porti nominati e di parecchi altri. Lo scopo di questa parte della conferenza fu quello di dimostrare che oltre una comoda via con barche capaci, occorre assolutamente far capo a porti vasti, modernamente arredati, opportunamente collegati colle ferrovie ordinarie e dotati di magazzini, mezzi di scarico e quant'altro può occorrere per il funzionamento razionale di un porto moderno.

Dopo ciò il conferenziere ha illustrato gli studi che si vanno facendo dal Genio Civile per la sistemazione del canale da Milano al Po per il Porto di Milano e per il suo collegamento alla Martesana da un lato ed ai Navigli Grande e di Pavia dall'altro. Con opportune proiezioni egli ha dato una idea sommaria di questi studi, accennando pure al fatto che essi sono compiuti dietro accordi presi col Municipio di Milano e colle ferrovie dello Stato perchè tanto la Darsena come i canali di raccordo siano opportunamente coordinati al piano regolatore della città ed alla sistemazione ferroviaria delle stazioni e delle linee attorno a Milano.

Finalmente il conferenziere ha parlato della legislazione relativa alla navigazione interna; egli ha accennato come allo stato attuale delle cose convenga:

a) Sollecitare l'approvazione del progetto di legge relativo alla navigazione interna con quelle modificazioni che si crederanno necessarie e destinando la somma di 7 milioni in esso preventivati alla esecuzione immediata di una comunicazione fra la laguna veneta ed il Po per barche di 600 tonnellate. Questo lavoro è il primo che interessa la rete padana per stabilirne la penetrazione dal mare: esso si può paragonare all'apertura di una porta: aperta la porta la merce comincerà ad addentrarsi, mentre se questa non è aperta è vano fare altri lavori che restino isolati nell'interno della rete;

b) Provocare lo studio e l'approvazione di una seconda legge la quale assegni al Consorzio della valle padana un canone annuo per un determinato numero di anni, canone che unito a quello degli enti interessati formi quanto e necessario per avere subito le somme occorrenti alla sistemazione dell'intera rete o per lo meno a quella del Porto di Milano e dei suoi raccordi col Po e coi laghi lombardi sempre, ben s'intende, per barche aventi 600 tonnellate almeno di portata.

Il conferenziere ha chiuso il suo dire augurandosi che i lavori ai quali ha accennato possano essere presto compiuti. Il Senatore Colombo nel ringraziarlo della esposizione fatta, si è unito al suo augurio che è quello che fanno tutti coloro che desiderano che questo nuovo mezzo di trasporto, che può essere un potente mezzo economico per l'incremento della ricchezza del paese, sia in tempo non lontano completamente attuato con quella larghezza di intedimenti che possono solamente assicurarne la riuscita.

L'ESERCIZIO FERROVIARIO IN ITALIA

Nei suoi rapporti con l'economia del paese

E LA SCIENZA DEI TRASPORTI (1).

A voi, illustre presidente, e a voi tutti che rappresentate tanta parte della gloria e dell'operosità di questa superba città, porgo il mio reverente saluto e le più vive grazie per le lusinghiere parole rivoltemi (2) e per l'onore accordatomi di parlarvi del problema ferroviario, del più grande argomento, cioè, che interessi la vita economica del nostro paese.

Più che al mio merito, accogliendomi tra voi, avete voluto guardare all'ostinata mia volontà nello studiare l'arduo problema, poichè voi, che siete l'esempio più vivo ed efficace di quanto possano la perseveranza e la ferma volontà, avete voluto onorare nel mio modesto nome il principio *volere è potere*.

Ormai l'esercizio di Stato delle ferrovie è un fatto compiuto, e può dirsi che sia rinata nel paese la fede della sua riuscita, quella fede che pareva volesse spegnersi nei primi e difficili momenti di esso.

Ma non per questo a me pare che il paese debba disinteressarsi

(1) Conferenza tenuta al Collegio degli Ingegneri di Milano il 20 giugno 1907.

(2) L'Ill.mo signor ing comm. Massimo Pestalozza. vice pesidente del Collegio degli Ingegneri, pronunciò le seguenti parole:

« L'Ing. comm. Giuseppe Spera, ben noto per gli importanti suoi studi sull'esercizio ferroviario, alcuni dei quali già favorevolmente approvati dal nostro Collegio, ed autore di geniali memorie ed ardite iniziative relative alla scienza dei trasporti ed alle vie di comunicazione, gentilmente ci comunica il risultato dei suoi studi sull'esercizio ferroviario nei suoi rapporti con l'economia nazionale e con la scienza dei trasporti.

« Il tema è di assoluta attualità in questi tempi, nei quali la sempre crescente attività industriale lamenta la mancanza di un corrispondente adeguato incremento nell'esercizio delle ferrovie, e tanto più è interessante per la nostra città che dell'industria e del commercio italiano è centro potentissimo.

« Io ringrazio pertanto l'egregio ingegnere che si compiacque scegliere il nostro Collegio per le sue importanti comunicazioni ».

del grave problema; anzi la fede rinata ci deve dare nuova forza e maggior lena a portarvi il nostro contributo di studi. Esso, per quanto modesto, ha la grande virtù di emanare dalla vita stessa del paese, da quella vita che non può temere il pericolo di fossilizzarsi o addormentarsi, perchè giornalmente agguerrita, temprata dalle lotte, dalle tempeste, dallo sviluppo continuo delle sue migliori forze ed energie.

Purtroppo il nostro esorcizio ferroviario, nel ventennio delle convenzioni, appunto perchè si appartò dalla vita esteriore, appunto perchè non seppe, non volle, non potè udirne le voci, i bisogni e i suggerimenti, miseramente s'andò cristallizzando e perdendo ogni vitalità, per guisa che da strumento di progresso economi così tramutava in uno dei più gravi ostacoli al cammino progressivo del paese.

Nè gli organismi creati dalla legge del 1885, l'Ispettorato delle ferrovie e il Consiglio delle tariffe, potettero esercitare la loro funzione di vigile scolta e di alta ed efficace guida, poichè essi per i primi non erano nati vitali, nè avevano l'ambiente adatto in cui sviluppare la loro azione.

In tale ambiente, saturo d'indifferenza e d'abbandono, io ebbi l'audacia di affrontare il problema ferroviario e fin dal 1895, nel mio primo volume, attaccai il nostro esercizio dimostrandolo disadatto, informe, e fin d'allora tracciai le grandi linee di un nuovo esercizio, che parvemi rispondesse alle esigenze del paese.

E con la ostinazione e la sincerità, che distingue il carattere dei figli della mia fiera e generosa Basilicata, senza averne verun obbligo, senza incarichi ufficiosi o ufficiali e tanto meno retribuiti, volli portare a termine il non lieve assunto impostomi. Vidi, osservai, studiai gli esercizi degli altri paesi e pubblicai successivamente gli altri due volumi, coi quali completai la mia opera, nella sola ed alta idealità di giovare al mio paese.

Parvemi allora quasi una temerità scuotere dalle basi tutto un esercizio ferroviario, tracciandone uno ispirato a criteri diametralmente opposti, e provai quel sacro timore che invade anche i più audaci, quando dalla teoria, che distrugge ed abbatte, devono scendere alla pratica attuazione che crea e riedifica. E ricordo con compiacimento che fu questo Collegio d'Ingegneri che, con una dotta ed autorevole relazione, invitò il Governo ad attuare le mie proposte.

Ormai son passati dodici anni, e godo nel rilevare che varie di quelle proposte e di quelle norme, risorgono qua e là, sostenute e seguite da persone competentissime, mentre con luminoso intelletto, sono attuate e seguite dal nostro nuovo esercizio ferroviario.

Non so se il tempo passato abbia nuociuto alla loro paternità; certo qualcuno ha potuto dimenticarla, ed altri attribuirla agli stranieri, forse col generoso intento di dar loro maggior valore. Ma il tempo, certo, non ha nuociuto alle proposte stesse, chè anzi, lungi dal parere invecchiate, alcune di esse sembrano ancora ispirate a soverchia baldanza giovanile.

E per i tempi presenti, in cui le idee della vigilia paiono vecchie l'indomani, il singolare fenomeno non va trascurato.

Rapidamente, per quanto lo consentano i limiti d'una conferenza vi riassumerò e spiegherò le ragioni di tali proposte, esporrò il mio pensiero sugli errori del nostro esercizio, sulle leggi che debbono guidarlo e sulle conseguenti modificazioni del meccanismo ferroviario.

Non vi dirò cose che possano essere degne di voi, che siete maestri di color che sanno, ma vi dirò tutto ciò che la grande idealità da cui fui mosso ed i miei modesti studi sull'argomento han saputo suggerirmi.

E con tali intenti oso sperare nella vostra alta e per me lusinghiera ed ambita benevolenza.

Il nostro esercizio ferroviario.

Anzitutto è necessario rilevare che lo studio del nostro esercizio non può portarsi su quello odierno eseguito dallo Stato: la brevità del tempo, e le difficoltà precarie, che esso deve superare, impediscono un esame che possa avere un pratico risultato.

L'esercizio odierno è il legittimo erede di quello che ha gravato per tanti anni sul paese; ma tutto lascia sperare che troverà modo di liberarsi di una triste e gravosa eredità, poichè noi, secondo il mio avviso, non abbiamo un vero e razionale esercizio.

Qualsiasi industria, sia pure la più modesta, consta di due grandi elementi: il meccanismo e la mente che lo guida e dirige.

Altresì nella grande e colossale industria ferroviaria abbiamo da un lato il meccanismo: la via, le macchine, i veicoli, le stazioni: e dall'altro la mente: l'esercizio ferroviario.

È ovvio che il meccanismo non è che il mezzo per attuare gli scopi che l'esercizio si propone di raggiungere, date le condizioni del traffico; ed a sua volta l'esercizio ferroviario riesce più o meno adatto, perfetto ed economico a seconda che il meccanismo è completo e perfetto in ogni sua parte, per rispondere alle esigenze dell' esercizio.

Quindi, per determinare quali debbano essere le condizioni del nostro meccanismo ferroviario, dobbiamo anzitutto vedere se il nostro esercizio risponda alle esigenze del paese, e, in caso che non risponda, tracciare le linee di uno più adatto e razionale.

Or io non comprenderei che si chiedessero al paese armi, navi, lavori di difesa senza sapere quali scopi vogliamo raggiungere, con quali criteri intendiamo organizzare la nostra marina, il nostro esercito e tutto ciò che forma il presidio della patria.

Così non comprenderei l'ordinazione di una macchina qualsiasi senza indicare le funzioni che deve adempiere, il lavoro, gli effetti utili che vogliamo ottenerne.

Il paese ha votato con entusiasmo l'ingente somma per porre riparo alle deficienze del meccanismo ferroviario; all'entusiasmo del paese deve rispondere la scienza di coloro a cui è data l'alta impresa di risolvere il più grande problema che interessi l'Italia.

Quindi lo Stato, che ha ereditato un informe e disadatto esercizio, deve proporsi anzitutto il còmpito di dargli forma ed efficacia, sostituento all'empirismo ed ai pregiudizi, che fino ad ora l'hanno guidato, la retta e chiara visione degli scopi che si deve proporre.

Il mio severo giudizio sul nostro esercizio ferroviario, permettetemi questo giusto orgoglio, non è quello della scienza del poi, poichè già dal 1895, quando a tutti pareva che il nostro esercizio e il nostro meccanismo ferroviario rappresentassero la perfezione, pubblicando il 1.° volume della mia opera sulle ferrovie, definii il nostro esercizio ferroviario come il più disadatto ad interpretare e servire i bisogni del paese.

Ed oggi, pur troppo, nulla ho da modificare su tale giudizio, poichè niente in Italia è rimasto più inerte del nostro esercizio ferroviario, il quale non s'è allontanato d'una linea da un empirismo fatto di pregiudizi e di errori inveterati, che sono stati argine ad ogni razionale indirizzo, hanno inutilizzato miseramente i tanti miliardi spesi per le ferrovie, nonchè tante intelligenze, tante forze vive che, qualunque paese dovrebbe invidiarci.

Il solo fatto che il paese ha votato circa un miliardo di lire per porre in condizioni normali il meccanismo ferroviario, dimostra l'abbandono in cui erano state lasciate da molti anni le nostre ferrovie.

E pur troppo l'abbandono del meccanismo dimostra che l'esercizio ferroviario aveva perduto ogni razionale indirizzo.

I danni enormi del nostro esercizio ferroviario non dipendono soltanto dalla mancanza di un meccanismo perfetto, quali la deficienza dei doppi binari, degli impianti fissi, delle stazioni e del materiale

rotabile: in tal caso, tutta la questione ferroviaria si risolverebbe in una materiale esecuzione di lavori e nell'acquisto di rotabili.

Invece la vera, la grande deficienza è nell' indirizzo del nostro esercizio, assai lontano dal sapere interpretare la natura del potente meccanismo e adattarlo ai bisogni del paese.

Ampia, illimitata lode va data all' on. Carmine ed all' onorevole Gianturco che, per i primi, quali ministri dei lavori pubblici, hanno avuto il coraggio di dire la verità al paese, e cioè che esso non ha un vero meccanismo ferroviario.

Ma non ancora è stata detta l'altra verità assai più grave e più necessaria a sapersi, e cioè che non esiste un esercizio ferroviario, poichè quello che abbiamo ereditato, senza ora indagarne le molteplici cause, non può davvero chiamarsi un razionale esercizio.

Or se effettivamente un tale esercizio non è guidato da un criterio organico, non tien conto delle esigenze e dei bisogni della vita presente, a quali criterî, a quali scopi saranno ispirati i miglioramenti del nostro meccanismo ferroviario?

Mentre io sono stato il primo e direi quasi il solo a rilevare che il nostro esercizio ferroviario ha pure avuto lampi di felici iniziative, mentre ho fatto constatare che solo la virtù e la pazienza latina erano in grado di esercitare le ferrovie nelle deplorevoli condizioni di deficienze in cui erano cadute: pure ho sempre sostenuto che questo non costituisce ciò di cui ha bisogno il paese, vale a dire una organizzazione razionale e completa del nostro esercizio ferroviario.

Lissa ben ci ricorda atti di valore e d' eroismo degni dell' antica virtù romana, ma rappresenta un disastro per l' Italia.

La sapienza della guerra consiste, non in singoli atti di valore, ma nel sapere organizzare la vittoria. E lo stesso dicasi di tutte le battaglie economiche.

E per dimostrarvi quanto il nostro esercizio sia disadatto, non ripeterò a voi tutti quei fatti, quei piccoli incidenti, più o meno comici e piccanti che han formato base precipua della condanna dell' esercizio dal momento in cui fu assunto dallo Stato; tutti codesti fatti ed incidenti poco o nulla hanno a vedere con i difetti d' organizzazione. dacchè potranno anche verificarsi, sia pure in minori proporzioni, con una organizzazione perfetta.

Il nostro esercizio ferroviario dimostra, nella maniera più evidente, che non sono state studiate ed applicate nè le leggi generali che guidano il traffico, nè quelle speciali derivanti dalle condizioni d'Italia.

Il traffico, il movimento, cioè, di persone e di cose, mentre ha dei caratteri generali a tutti i paesi, prende speciali forme a seconda delle condizioni economiche, topografiche di ciascuno, ed in conformità della loro rispettiva ricchezza, delle speciali industrie, dei diversi commerci e della qualità ed importanza dei loro prodotti agricoli.

E i mezzi di comunicazione di cui ciascun paese si provvede ed il carattere della sua produzione diventano causa ed effetto, concorrendo a determinare quella speciale fisonomia che ciascuno di essi assume in questa grande funzione del traffico, che somiglia, per molti punti, al meraviglioso fenomeno della circolazione del sangue nel corpo umano, alla cui vita se è importante il funzionamento delle arterie, è altrettanto importante il perfetto funzionamento delle piccole vene, e più ancora quello dei vasi capillari.

E come la circolazione del sangue ubbidisce a determinate leggi di ritmo, di calore e di velocità, fuori delle quali v'è la morte; così il trasporto ferroviario ha anche le sue leggi di ritmo, di moto e di velocità che la mente, che lo dirige, deve sapere indagare ed attuare.

Le condizioni geografiche d'Italia sono specialissime, ma non tali, come si pretende da alcuni, da ostacolare un commercio vivo, intenso, attivo; chè anzi, la conformazione allungata della penisola, il mare che la bagna da tutti i lati, tanti diversi centri aventi tutti un carattere, un'attitudine, una produzione diversa, sono elementi preziosi per un movimento vario ed intenso, che dal nord va al sud e viceversa, che da un mare tende all'altro, intrecciandosi in guisa che i trasporti di terra e di mare, avvicendandosi ed aiutandosi possono dare al paese la vita più intensa e proficua.

Nella Francia, nell'Austria, nella Russia, nella Germania, e generalmente in tutti gli Stati europei, il movimento è accentrato nelle rispettive capitali: Parigi, Vienna, Pietroburgo, Berlino assorbono gran parte della vita e del commercio, sia per la posizione geografica di queste capitali, sia perchè fra esse e gli altri centri vi è una differenza sensibilissima per grandezza ed importanza. Or, qualunque possano essere l'importanza e la forza d'attrazione di questi centri, è evidente che il movimento va sempre più diminuendo quanto più si accosta alla periferia, donde l'inconveniente di un movimento sempre più scarso in tutto il resto del paese.

La posizione geografica d'Italia, che si protende nel Mediterraneo quale un superbo ponte che unisce l'Oriente all'Europa Centrale, la sua condizione topografica per la quale i paesi posti agli estremi si trovano ad enormi distanze, esigono grandi trasporti di uomini

e di merci, che, dato il risveglio dell'Africa e dell'Asia e la forza d'attrazione che esercitano su di esse, sia l'Inghilterra che l'Europa Centrale, e specialmente la Germania, diventeranno sempre più immensi e colossali.

Ora questi trasporti non si possono eseguire se non ubbidiscono alla legge della maggiore rapidità.

D'altra parte la speciale condizione d'Italia, che ha tanti centri di vita, così nell'interno come sulle sue coste, esige molteplici traffici della più alta importanza, aventi tutti un centro speciale d'irradiazione.

In fine al movimento fra le grandi e le piccole città deve aggiungersi quello fra gli innumerevoli piccoli paesi, di cui è dotata l'Italia. Sono piccoli commerci, piccoli trasporti, modesti rapporti d'interessi, ma frequenti, che si moltiplicano, che a simiglianza di mille e mille rivoletti, i quali, presi isolatamenie sono pressochè trascurabili, riuniti, allacciati costituiscono i grandi e poderosi fiumi.

Questa speciale condizione dell'Italia porta la conseguenza che il suo traffico offre tre complesse e distinte categorie di trasporti: i grandi trasporti dal nord al sud e viceversa, i medi fra le città principali; e i minimi fra i piccoli paesi tra loro e con i centri a cui formano corona.

Ebbene, il nostro esercizio ferroviario non ha alcuna attitudine a servire queste distinte categorie di trasporto, se si eccettui il trasporto dei viaggiatori a grande distanza, e anche questo servizio nelle epoche di maggior traffico, malgrado ogni buon volere, subisce le conseguenze di un informe, disadatto e irrazionale esercizio per tutte le altre categorie di trasporto.

Noi, quindi, dato il nostro esercizio ferroviario, trasportiamo e viaggiatori e merci, perchè affluiscono nelle stazioni e nei porti, ma non possiamo dire che i nostri trasporti lascino intravedere un alto e razionale indirizzo che sappia prevenirne i bisogni, valutarli, distinguerli, aiutarli e servirli convenientemente.

***

Anzitutto il nostro esercizio ferroviario trascura affatto l'importanza dei minimi ma molteplici trasporti, cioè dei piccoli traffici fra i minori paesi e fra questi e le città vicine.

Eppure la maggiore ricchezza del paese dipende dalle piccole, modestissime, spesso infinitesimali energie, ma che moltiplicate a milioni costituiscono prodotti formidabili.

Per quanto la scienza delle costruzioni abbia fatto i suoi progressi da gigante, essa è impotente a costruire una delle minime isole che s' elevano dagli abissi dell' Oceano e che milioni di infusori, con elementi microscopici, seppero elevare.

Quale lavoro più modesto di quello di una contadina che conserva le uova del suo piccolo pollaio? Ebbene noi sappiamo che quei minuscoli ed apparentemente trascurabili risparmi, nel loro complesso costituiscono uno dei cespiti più colossali del nostro commercio d'esportazione.

Dicono gli Inglesi, con la sapienza pratica che li distingue: servite i milioni di persone e non già i milionari. Ed ogni giorno, innanzi ai nostri occhi la verità di questo assioma vien dimostrata dai fatti: le industrie poggiate sui piccoli ma molteplici proventi sono le più produttive e sicure.

Non poteva essere altrimenti nelle ferrovie. All' uopo, nel pubblicare, or fanno 12 anni, il primo volume della mia opera chiesi alle Società esercenti le nostre reti una statistica relativa al movimento dei viaggiatori e poi quella sul trasporto delle merci, ripartita per zone di percorrenza di 25 chilometri, ed ebbi la conferma di quanto avevo intuito.

Da tali statistiche (1) risulta che i prodotti dei percorsi dei viaggiatori che non superano i 100 chilometri costituiscono i quattro quinti dell' intero prodotto.

Anche per le merci i trasporti fino a 100 chilometri rappresentano il 53 % di tutto il movimento; appena il 12 % delle merci va oltre i 300 chilometri.

Tenuto pur conto delle possibili mutazioni avvenute negli anni successivi, esse non potranno distruggere il principio che i piccoli trasporti rappresentano la ricchezza del paese e. nello stesso tempo, quella del nostro esercizio ferroviario.

Or questi trasporti in proporzioni minime, ma frequenti, per essere serviti hanno bisogno di piccoli mezzi, ma altresì frequenti, economici, adatti alla loro natura; e quindi, se l' esercizio ferroviario ne comprendesse l' importanza, dovrebbe servirli con treni leggeri, economici, frequenti e con orari adatti alle abitudini ed alle esigenze di tali piccoli centri di attività.

Secondo il nostro esercizio, il suddetto movimento è affidato ai treni omnibus, misti, accelerati, cioè ai treni più torpidi, più pesanti,

(1) *L'esercizio ferroviario e le possibili riforme ed economie*, G. SPERA, vol I, pag. 31; vol. II, pag. 19 (quadro I).

più scarsi che si possano immaginare, ai treni che, confondendo uomini bestie e merci, e trattando gli uni e le altre con gli stessi criteri, non possono al certo ben servire bisogni ed esigenze del tutto differenti.

Le ore disadatte in cui tali treni giungono alla stazione, il loro numero scarsissimo, addirittura irrisorio (due o tre al giorno!), il torpore col quale si trascinano sulla linea, le soste interminabili che li immobilizzano nelle stazioni, certi orari che paiono ideati soltanto per tormentare il viaggiatore, imponendogli tre o quattro ore di attesa per la coincidenza di un altro treno non meno pigro, non sono nè possono costituire un adatto servizio ferroviario per favorire i piccoli e frequenti movimenti che offrono gli innumerevoli nostri piccoli centri, così nei loro rapporti, come in quelli con le città di maggiore importanza!

Nè è in migliori condizioni la sorte dei viaggiatori dei piccoli paesi, che pur hanno la fortuna di trovarsi sulle grandi ferrovie.

In essi il treno diretto non ha fermate, nè al viaggiatore è dato il modo di servirsene, salvo che con un altro mezzo di trasporto, quando vi sia una strada rotabile o vicinale, non vada a raggiungerlo in una stazione più o meno lontana; ma tutto ciò si risolve in un grande disagio, in una perdita di tempo, ed in una spesa sproporzionata allo scopo.

Il servizio dei centri di media importanza, al di fuori delle grandi linee del traffico, è esclusivamente eseguito dai treni omnibus, misti ed accelerati; quindi le distanze di soli cento chilometri esigono quattro o cinque ore di viaggio. Tutto ciò è in aperta opposizione col carattere dei trasporti ferroviari, ne distrugge ogni effetto utile, e non risponde in alcun modo al concetto organico di armonizzare il piccolo e medio movimento con quello dei grandi treni, la qual cosa nuoce in maniera esiziale alla vita del paese ed allo stesso esercizio ferroviario.

Quindi per tutti i medi e piccoli paesi, il cui commercio le nostre ferrovie non intendono in alcun modo di servire, le antiche abitudini ed i primitivi mezzi di locomozione son tornati in onore, mentre i treni omnibus, misti, accelerati servono per lo più al trasporto del personale viaggiante.

Purtuttavia, malgrado un servizio che impedisce i brevi viaggi questi rappresentano una proporzione elevatissima a paragone dei viaggi lunghi. Si provi ad agevolarli e si moltiplicheranno come per incanto.

* * *

Un simile esercizio, mentre non giova al traffico che si svolge intorno ai centri minori, ed a quello dei piccoli paesi, riesce altresì oltremodo costoso, per uno dei tanti pregiudizi che gli è stato guida. Si è pensato che il pesante materiale mobile, reso inservibile sulle grandi reti, possa e debba utilizzarsi nelle ferrovie minori per questi treni omnibus, misti ed accelerati.

In tal guisa, cotesti treni che dovrebbero riuscire agili, leggieri ed economici, per diminuire le spese di trazione, riescono pesanti e costosi; invece di piccole ed adatte locomotive per rimorchiare leggiere carrozze, si adottano logore e pesanti locomotive che a stento possono muoversi e sono buone soltanto a dissipare combustibile; invece di carrozze adatte, leggiere, conformi alla natura del piccolo e frequente movimento dei viaggiatori, si adottano informi, pesanti e venerandi vagoni. E se si pensa che i posti occupati in tali treni risultano in una proporzione irrisoria, ne deriva che il viaggiatore-chilometro di questi miseri e tardi treni costa assai più di quello dei treni di lusso e dei treni direttissimi.

In quanto al servizio dei viaggiatori a grande distanza, il nostro esercizio, sebbene ispirato al concetto di renderlo sollecito e comodo, subisce, come ora accennai, le conseguenze di tutti gli inconvenienti derivanti dalla pletora di movimento, e dalla deficiente potenzialità del meccanismo ferroviario e dal disadatto servizio delle merci.

Per il servizio delle merci il nostro esercizio ferroviario manca completamente al suo scopo: anzitutto ha il profondo vizio organico, testè ricordato, di confondere le merci con i viaggiatori, pretendendo di raggiungere due scopi che essendo diversi, non possono nè potranno mai essere ottenuti con mezzi identici.

« Il nostro servizio ferroviario per le merci, dicevo fin dal 1897 (1),
» cammina a tastoni, senza un concetto direttivo, senza un fine:
» non si preoccupa nè degli interessi immediati dell'esercizio, nè
» di quelli del commercio: per forza d'inerzia e d'abitudini è quello
» che era all'inizio delle ferrovie.

« Sono ormai quarant'anni dacchè l'Italia ha le ferrovie, e dieci

(1) Ing. G. Sperà *L'esercizio ferroviario e le possibili riforme ed economie*, vol. II, pag. 9.

» anni per lo meno dacchè le sue reti sono quasi complete, pur-
» tuttavia non è stata detta una sola parola per illustrare il ser-
» vizio delle merci, rilevarne i difetti e gli inconvenienti e trarne
» insegnamenti per l'avvenire. »

Così dicevo nel 1897 ed oggi, dopo altri dieci anni, ci troviamo nella stessa condizione. Non una parola, non un'indagine è stata fatta per dimostrare l'inutilità e il danno del nostro esercizio ferroviario.

Tutto il servizio delle merci è affidato a convogli-merci che chiamansi diretti, omnibus, e raccoglitori, ed ai treni viaggiatori omnibus e misti.

Il trasporto è eseguito sotto tre diverse categorie: a grande velocità, a piccola velocità ed a piccola velocità accelerata (1).

Tutti questi diversi treni, tutte queste diverse categorie di velo-

(1) Non è inopportuno accennare il funzionamento di tali treni, come è descritto nella citata opera *L'Esercizio ferroviario e le possibili riforme ed economie*, G. Spera, volume II, pag. 13.

I trasporti a piccola velocità sono eseguiti, se a vagone completo, con convogli omnibus; se a vagoni misti, con convogli merci raccoglitori. Le distanze da 50 a 10 chilometri, soggette alla concorrenza, sono servite con convogli merci diretti.

Sulle linee di minore importanta, detti trasporti sono eseguiti con *convogli viaggiatori* omnibus e misti.

I vagoni sono divisi in tre categorie: vagoni misti normali. vagoni misti supplementari e vagoni misti di trasbordo.

I vagoni misti normali sono destinati per il carico delle diverse merci indirizzate ad una o più stazioni di un dato percorso, e sono posti in partenza col convoglio raccoglitore, ache se vuoti dalla stazione a ciò destinata.

Ogni vagone ha un numero d'ordine ed un determinato itinerario nell'elenco dei carri misti normali, che si pubblica dall'Agenzia del movimento.

Quando i vagoni misti normali seno insufficienti si formano i vagoni misti supplementari.

I vagoni misti da trasbordo sono destinati per i carichi situati fuori l'itinerario dei vagoni misti normali.

Le merci contenute in siffatti vagoni vengono trasbordate appena giunte in una stazione servita da vagoni misti normali, aventi un itinerario che comprende le località dove dette merci sono destinate. Non viene eseguito il trasbordo nel caso che i vagoni misti da trasbordo siano molto carichi, o che le merci non possano agevolmente rimuoversi, o siano dirette a stazione che raccoglie carri vuoti.

Le merci dei vagoni misti normali, supplementari e di trasbordo, giunte alle stazioni di diramazione, proseguono nel carro da conduttori, e se questo è pieno, vanno riunite in quello dei vagoni misti in arrivo che ha maggior carico, inoltrando quest'ultimo come vagone misto da trasbordo.

cità, che dovrebbero avere un carattere diverso, rispondente al titolo loro assegnato, si somigliano tutti; ciò che dimostra a prima giunta, che queste diverse denominazioni sono qualche cosa di artificiale.

Si presumerebbe, ad esempio, che il treno diretto merci dovesse avere minori fermate dei treni omnibus e raccoglitori; invece esso ferma a quasi tutte le stazioni, comprese quelle di infimo ordine: si supporrebbe inoltre che un treno merci diretto non dovesse eseguire le operazioni di manipolazione di vagoni, ma dovesse portare unicamente vagoni completi: invece, meno rarissime eccezioni, il treno diretto merci eseguisce tali operazioni come il treno raccoglitore. E poichè la velocità non è aumentata, riesce difficile comprendere perchè un treno simile debba chiamarsi treno diretto.

Ugualmente i treni raccoglitori dovrebbero avere lo scopo di raccogliere e distribuire le merci che non viaggiano a vagone completo, e, dato il loro scopo, non dovrebbero avere vagoni completi.

Nel fatto, il treno raccoglitore porta vagoni misti e vagoni completi.

E poichè i treni merci omnibus hanno ugualmente vagoni completi e vagoni misti, risulta che la differenza fra i diversi treni non risponde alla realtà.

I treni viaggiatori misti ed omnibus fanno anche il servizio delle merci, e portano anch'essi vagoni completi e vagoni raccoglitori.

Questi treni omnibus che trasportano uomini e bestie, vagoni misti e completi, costituiscono il principal tipo di trasporto sulle nostre ferrovie e dimostrano che noi non ancora siamo entrati nello spirito dei trasporti ferroviari.

E mentre, lo abbiamo constatato or ora, tali treni non servono affatto al movimento dei vaggiatori e sono più costosi dei treni diretti, non servono neanche al servizio delle merci.

Senza soffermarmi sui particolari, che pur sarebbero interessanti, vi accenno brevemente i risultati. Dalle statistiche che, come ho testè accennato, chiesi alle Società, or sono 10 anni, risulta che delle merci affluenti alle ferrovie, appena il 5 per cento viaggia a grande velocità, mentre il 95 per cento è trasportato a piccola velocità, val quanto dire che, meno una quantità trascurabile, tutta la merce in Italia viaggia a piccola velocità.

E questa, o signori, per le grandi distanze appena raggiunge la

velocità degli antichi *carri* a trazione animale, val quanto dire che la nostra merce, viaggiando con le ferrovie, non ha guadagnato un'ora sola sul tempo che impiegava con gli antichi mezzi di trasporto. E ciò viene dimostrato dalle condizioni dei trasporti, e da speciali e tassative disposizioni. Un collo che deve essere spedito da Roma a Napoli, deve impiegare 112 ore, cioè 5 giorni circa; ma poi ne impiega sette, otto ed anche di più.

E supposto pure che i cinque giorni non fossero superati, si ha che la velocità media di un simile trasporto è di cinquanta chilometri al giorno: quanti ne può fare un ordinario carro con cavalli.

Ciò per le grandi distanze; ma per le brevi il trasporto ferroviario è addirittura sopraffatto dal paragone con l'antico servizio dei carri con cavalli. Da Roma a Palestrina, che trovasi alla distanza di 37 chilometri, un carro ordinario impiega una giornata; partendo la mattina da Roma, giunge prima di sera a Palestrina. La ferrovia, invece, in virtù dei regolamenti, deve impiegare 76 ore, cioè più di tre giorni.

Gli esempi si potrebbero moltiplicare all'infinito: ne risulterebbe sempre che, mentre per i trasporti delle merci a grande distanza il servizio ferroviario appena raggiunge la velocità dei carri tirati dai cavalli, per i trasporti a piccole distanze il servizio ferroviario è fatto ad una velocità enormemente inferiore!

E se si considera che i trasporti a piccole distanze rappresentano l'88 per cento dell'intero traffico, il dover constatare che, dopo di avere speso cinque miliardi per costruire la nostra rete ferroviaria, le nostre merci viaggiano ad una velocità inferiore a quella degli antichi mezzi di trasporto è certamente doloroso.

Le conseguenze di un tale esercizio sono chiare ed evidenti.

I piccoli e medi paesi, che debbono la loro vita quasi esclusivamente all'agricoltura, veggono avvilire di giorno in giorno i loro prodotti per la difficoltà ed il dispendio dei trasporti; inoltre la mancanza di contatti e rapporti con le città di consumo e di maggiore importanza economica e commerciale, aliena dalla terra il capitale che si rifugia pauroso nelle Banche. E quando in codesti paesi manca il prodotto dell'agricoltura, è naturale che si verifichi l'esodo dei lavoratori e di coloro che hanno energia ed attività; i primi per lo più in terre lontane, i secondi nei grandi centri per accrescere il numero degli spostati. E in tal guisa i campi non hanno nè chi li coltivi, nè chi se ne occupi, mentre nei grandi centri la gente oziosa cresce di numero.

D'altra parte, il servizio dei grandi centri, così per i viaggiatori

come per le merci, mentre non è armonicamente completato dal traffico dei centri minori, non risponde ai suoi grandi fini.

Il movimento delle merci, così nelle grandi stazioni come nei nostri maggiori porti, è paralizzato, congestionato, per modo che l'impotenza del nostro esercizio ferroviario si riverbera su tutto il resto del servizio ed annulla tutti gli sforzi per porvi riparo: per un verso paralizza il commercio là dove ha tutta la vitalità per espandersi, mentre lascia intorpidire quelle popolazioni che, stimolate con un adatto esercizio ferroviario, potrebbero porre in azione le loro energie sopite.

***

Risultati siffatti, che sono così opposti a quelli che pur dovrebbe pretendere il paese, se son dovuti in parte alle deficienze tecniche del meccanismo ferroviario, dipendono sopratutto dall'empirismo che ha guidato il nostro esercizio, che non solo non ha saputo evolversi e perfezionarsi, liberandosi dagli inevitabili errori inerenti ai primi e incerti passi, ma li ha moltiplicati ed ingranditi per modo che, dopo lunghi anni, tutti questi errati criteri e pregiudizi son divenuti dogmi ed assiomi. Ma è tempo oramai ch' essi alla luce della scienza debbano sparire.

Brevemente vi accennerò i principali.

Al nostro esercizio ferroviario è imposta la legge dell' economia ad ogni costo; ma l' economia non s'impone, deve bensì scaturire naturalmente da un organismo razionale e rispondente al suo scopo.

Ormai due sono, direi quasi, le preoccupazioni principali del nostro esercizio per ottenere l' economia nel trasporto delle merci: l' economia del combustibile e l'utilizzazione della forza di trazione; ma, ripeto, invece di conseguire questo doppio scopo con un adatto organismo ferroviario, si ricorre a mezzi ed espedienti che, essendo contrari all'indole dei trasporti ferroviari, producono l'effetto opposto.

L'economia del combustibile suggerisce la scarsa velocità dei treni, ed in conformità di essa, tutte le operazioni del servizio ferroviario, la cui principale caratteristica deve essere la celerità e la prontezza dei movimenti, procedono con la maggiore lentezza; i treni omnibus, misti, merci, non solo fermano ad ogni stazione, ma l' orario concede loro soste lunghissime, che il più delle volte diventano interminabili, sia per l'abitudine a non tenere calcolo del tempo, sia spesse volte, per deficienza di personale e di meccanismi adatti nelle stazioni di maggior traffico.

E questa lentezza di movimenti porta con sè che un servizio, ef-

fettuabile senza soverchio sforzo nel termine, ad esempio, di 10 ore, ne richieda 15, 20 ed anche 30.

È incalcolabile il danno derivante da queste lunghe, interminabili soste, da questa mancanza di esattezza e rapidità di movimenti; lo stesso consumo di combustibile, alla cui pretesa economia tutto si sacrifica, aumenta in proporzioni che nessun treno, anche a doppia e tripla velocità, raggiungerebbe.

Dell'esercizio, in Italia, non abbiamo gli elementi necessari per studiarlo profondamente; se li avessimo, rimarremmo meravigliati innanzi alla quantità di combustibile che viene sprecata per la scarsa velocità di corsa e per le lunghe fermate nelle stazioni a cui sono obbligati i treni merci e omnibus.

(*Continua*). Ing. GIUSEPPE SPERA.

SULL' INFLUENZA DELLA TEMPERATURA NELLE COSTRUZIONI

(Vedi Politecnico pag. 554 Anno 1907).

A chiudere la discussione su questo argomento, pubblichiamo la seguente breve replica del Prof. Ing. M. PANETTI.

Ai valori di K per la formola da me proposta:

$$\frac{d\,t}{d\,\lambda} = \frac{t}{K + \lambda},$$

colla quale volevo dimostrare come vi sia qualitativamente accordo fra il fenomeno osservato nelle esperienze sui metalli duttili e la teoria esposta nelle note precedenti sulla contrazione che accompagna il piegamento, io non potevo attribuire *quantitativamente* nessuna importanza, dal momento che dichiaravo, come l'ing. Figari molto a proposito cita, che le ipotesi fondamentali erano prive di fondamento.

Calcolai perciò detti valori col regolo, preoccupandomi di determinarne l'ordine di grandezza, dopo averne dedotto esattamente col metodo dello sviluppo in serie il valor limite; e i computi accurati dell'ing. Figari dimostrano che non mi ero di fatto sbagliato.

Quanto all'apprezzamento sulla fallacità delle premesse, che l'ing. Figari vorrebbe giustificare, mi basta una semplice osservazione per confermare ciò che avevo asserito.

La teoria svolta si riferisce in modo esclusivo al periodo in cui la contrazione si manifesta, nel quale per conseguenza le proprietà elastiche hanno cessato di esistere. Non si possono quindi porre a suo fondamento le proprietà che seguono dal principio di Hooke. È invece perfettamente giustificato valersene nei metodi di calcolazione sanciti dall'uso per la verifica delle opere che l'ingegnere progetta; poichè, come è noto, si ammette appunto che esse lavorino entro i limiti di una, sia pure imperfetta, elasticità.

Quanto ai criteri di controllo dei progetti di Ponte sul Polcevera dirò, in omaggio al vero, che alla Relazione citata dall'ing. Figari è unito un allegato a stampa, dal quale risultano precisamente anche i valori delle tensioni massime nel conglomerato cementizio. Se la Relazione non

li ha ripetuti, gli è perchè essa doveva per maggior chiarezza limitarsi a citare i numeri che, per tradizione dei calcolatori e disposizione dei Regolamenti, si riguardano come indici essenziali per giudicare della stabilità di un'opera d'arte in cemento armato. E questi sono, come è noto, la compressione massima nel conglomerato (supposta reagente la sola porzione compressa) e la tensione nel ferro.

Finalmente, circa l'ipotesi fatta nei calcoli di verifica, che le variazioni della temperatura rispetto a quella di consolidamento del getto, raggiungessero soltanto 10 centigradi in più od in meno, sono indicate, nella Relazione a stampa stessa, le ragioni della scelta, le quali hanno essenzialmente attinenza col fatto che il progetto portava un riempimento di terra fino al piano della via, e che, piuttosto di una verifica assoluta, si desideravano dei confronti fra progetti diversi.

Ritengo anch'io che per un ponte in cemento armato di tipo normale convenga in un calcolo di progetto andare un po' oltre; supporre ad esempio una variazione di 15 centigradi in più od in meno rispetto alla temperatura di consolidamento. Ma non posso trattenermi dal far notare, a proposito dei 150 gradi di variazione supposti nei calcoli del ponte in ferro di Quebec, che l'ing. Figari, citando l'*Engineering*, computa come se fossero centigradi, che in ogni caso si tratterà di gradi della scala termometrica Fahrenheit, equivalenti a poco più di 80 centigradi, ossia a 40 sia in aumento sia in diminuzione rispetto alla temperatura di posa.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Locomotiva a quattro cilindri accoppiati per treni diretti (1). Tav. 16. — Il nuovo tipo di locomotiva che da breve tempo fa servizio sulle linee ferroviarie del Baden, dovrà servire al traino di pesanti treni diretti tanto sul percorso relativamente piano Mannheim, Heidelberg, Basilea con numerose fermate, come anche su linee a forte pendenza (fino 20 $^0/_{00}$) quali le Offenburg-Triberg-Costanza.

La locomotiva rappresentata in diverse sezioni ed in pianta nella tav. 16 è uscita dalle fabbriche J. A. Maffei di Monaco e presenta i seguenti dati caratteristici.

Diametro del cilindro ad alta	425	mm.
» » » a bassa	650	»
Corsa per il cilindro ad alta	610	»
» » » a bassa	670	»
Diametro delle ruote motrici	1800	»
Diametro delle ruote portanti:		
a) Carrello mobile	900	»
b) Asse posteriore	1200	»
Spostamento rispetto alla mezzaria:		
a) Carrello mobile	75	»
b) Asse posteriore	61,5	»
Distanza fissa delle ruote	3880	»
Pressione in caldaia	16	atm.
Superficie della griglia	4,5	mq.
Superficie totale di riscaldamento	258,72	»
» del surriscaldatore	50	»
Lunghezza della locomotiva e del tender (misurata tra i respingeuti)	21,11	met.
Peso in servizio — locomotiva	88,3	tonn.
Peso in servizio — tender	51,0	»
Capacità del tender — acqua	20	mc.
Capacità del tender — carbone	7	tonn.

(1) Da una pubblicazione del Sig. Courtin nella *Zeitschrift deutscher Ingenieure*.

I quattro cilindri sono disposti di fianco gli uni agli altri, e precisamente i cilindri ad alta all'interno, ed all'esterno quelli a bassa pressione, e lavorano tutti sull'asse motore centrale, in modo d'avere rapporti favorevoli sulla distribuzione del carico e relativamente piccole pressioni in direzione verticale, data la lunghezza delle aste di manovella (rapporto delle aste pel cilindro ad alta 1 : 9, 2, e pel cilindro a bassa 1 : 9, 6) quantunque questa disposizione richieda la posizione inclinata dei cilindri ad alta pressione.

Anche per le aste di comando dei cassetti di distribuzione si hanno rapporti di lunghezza favorevoli, mentre soltanto i cassetti dei cilindri a bassa pressione sono comandati dagli organi di distribuzione propriamente detti; i cassetti dei cilindri ad alta sono azionati da una semplice leva d'inversione. I cassetti dei cilindri ad alta sono ad ammissione doppia allo scopo di ridurre la corsa del cassetto stesso e diminuire conseguentemente la pressione di accelerazione e le perdite dovute al passaggio del vapore dai cilindri ad alta in quelli a bassa pressione. I quattro cassetti di distribuzione sono cilindrici, con anelli di tenuta in ghisa; le bielle e l'albero delle manovelle sono di acciaio al nickel. Sui cilindri sono inserite le valvole d'aspirazione d'aria per il funzionamento a vuoto e quelle di sicurezza contro i colpi d'acqua; inoltre sui cilindri a bassa pressione sono inseriti due robinetti automatici di inizio di marcia che ammettono vapore direttamente dalla caldaia per qualunque posizione degli stantuffi ed indipendentemente dai cassetti distributori.

Le molle degli assi motori e dell'asse portante posteriore sono collegate a leve compensatrici; variando il rapporto delle leve dell'asse motore e dell'asse portante posteriori, mediante un sistema di meccanismi azionati da un cilindro a vapore, si viene ad aumentare di circa 3 tonn. il peso utile scaricando di altrettanto gli assi portanti.

Il telaio principale della locomotiva, costituito con lungheroni in un sol pezzo, porta la caldaia e relativo surriscaldatore a tubi di fumo sistema Schmidt; la camera del fuoco ha pareti inclinate, in ragione di risparmio sul peso e massimo spostamento in avanti del peso della caldaia.

I principali apparecchi supplementari della locomotiva sono: 2 pompe tipo Friedmann per la lubrificazione automatica dei cilindri, dei cassetti e relative scatole a stoppa, 2 iniettori, 2 valvole di sicurezza tipo Pop, manometri, indicatori di livello, tachimetro ecc. Tanto la locomotiva che il tender sono muniti di freno Westinghouse automatico ed a comando a mano.

Nelle prove di velocità eseguite sul percorso Mannheim, Basilea (257 Km.) con un treno di 460 tonn. (52 assi) si raggiunsero velocità di 90, 100 e 110 Km. mantenendo una media di 85 Km. circa su un tratto del percorso di 19, 5 Km. di lunghezza con una pendenza in media del 4, 2 per mille.

L'impianto elettrico sul transatlantico « Lusitania ». — Sopra questa nave grandiosa la centrale elettrica è situata su di una piattaforma dietro la camera delle macchine; questa stazione comprende 4 gruppi ge-

neratori eguali fra loro da 375 Kw. ciascuno; la corrente fornita è continua a 110 Volt. I motori di questi gruppi sono turbine Parsons, a 1200 giri al minuto: esse possono sopportare un sopraccarico del 10 per cento durante 2 ore. Il consumo di vapore garantito a pieno carico è di kg. 21,8 per KW-ora e di Kg. 27,6 a metà carico.

La corrente prodotta per l'illuminazione viene anche utilizzata per azionare 11 montacarichi elettrici, il cui impiego a bordo costituisce una novità; questi ascensori o montacarichi sono adibiti ad usi diversi come è indicato nella seguente tabella:

	Numero	Corsa in metri	Carico in Kg.	Potenz. assorb. in HP	Velocità in m. s.
Ascensori per passeggeri . .	2	11	500	8	0,75
Monta carichi per bagagli . .	2	»	2000	15	0,50
Monta carichi per il servizio	2	»	500	5	0,50
Monta vivande.	3	3	100	1,5	0,50
Eiettori di rifiuti	2	18	100	3,5	1,00

Questi apparecchi in generale sono provvisti di freni elettromagnetici azionati dalla corrente dei motori; essi agiscono quando la corrente è interrotta; il comando si fa a mano o automaticamente mediante un dispositivo elettromagnetico.

Per innalzare le imbarcazioni, si adopera un verricello comandato da un motore in serie da 14 HP a 600 giri il quale può sopportare un sopraccarico del 100 por cento; la velocità del cavo è di m. 1,25 al secondo.

Sul ponte sono installate 4 gru della potenza di 1500 kg. di cui un raggio di azione è di m. 5,4 e gli altri di m. 7,8.

Il motore principale è di 15 HP e il motore ausiliario per eseguire la rotazione è di 2,5 HP.

Per il tiraggio forzato sono stati previsti 32 ventilatori da 450 giri al minuto che danno la pressione di cm. 8,2.

I motori sono del tipo corazzato e sono raffreddati da un piccolo ventilatore speciale posto a lato del collettore; la loro velocità può essere regolata dalla camera delle macchine.

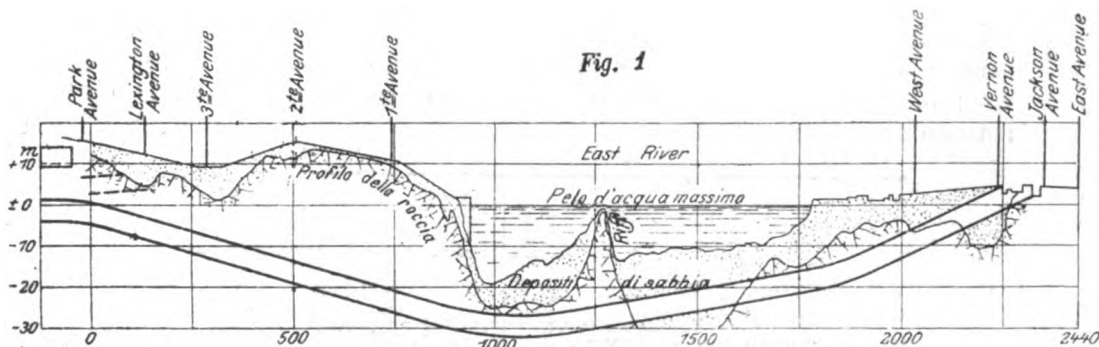
Due ventilatori azionati da motori serie sono adibiti all'aereazione della camera delle macchine; lo spostamento d'aria è di 470 mc. al secondo, per una velocità di 315-450 giri al minuto.

La regolazione di questa velocità si ottiene mediante accoppiamento delle bobine di eccitazione in serie o in parallelo, senza impiego di reostati.

La galleria di sottopassaggio dell'East River a New-York. — La galleria di Belmont della ferrovia New-York and Long Island, sottopassa l'East River tra Manhattan e Queensborough, e comprende due tunnel tubolari distinti.

I lavori di rilievo, di scavo e di posa dei tubi ebbero una durata di tre anni circa.

Come è schematicamente indicato nella fig. 1 la lunghezza totale della galleria è di circa 2600 metri compresi anche i tratti di raccordo colle

Fig. 1

sponde. L'imbocco della galleria venne progettato immediatamente sotto alla Central Station; procede poi in sotterraneo parallelamente alla 42.ª strada, sottopassa il fiume e ritorna in superficie tra le Av. Vermont e Jakson in Long Island City.

Il piano del ferro all'imbocco delle due gallerie tubolari, trovasi a 19 m. sotto il livello del suolo e circa 4 metri sotto il pelo d'acqua medio del East River; dall'imbocco, la quota di livello va man mano diminuendo fino a raggiungere un massimo di 33,5 metri sotto il pelo d'acqua del fiume, ed aumenta poi di nuovo fino allo sbocco in superficie. La pendenza massima è del 4,5 %. Fino a metà circa del letto del fiume, la galleria attraversa strati di roccia compatta, incontra di poi dei giacimenti di sabbia e ritorna in roccia per l'ultimo tratto verso Long Island.

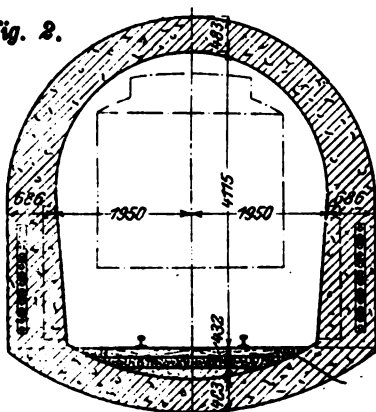
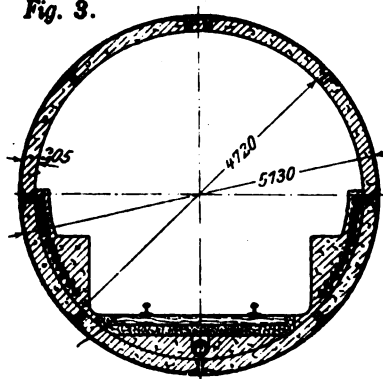



Fig. 2. Fig. 3.

Da notarsi però, che anche nei lavori di scavo in roccia, specialmente in quei punti dove lo spessore era piccolo si incontrarono notevoli difficoltà dovute all'infiltrazione delle acque.

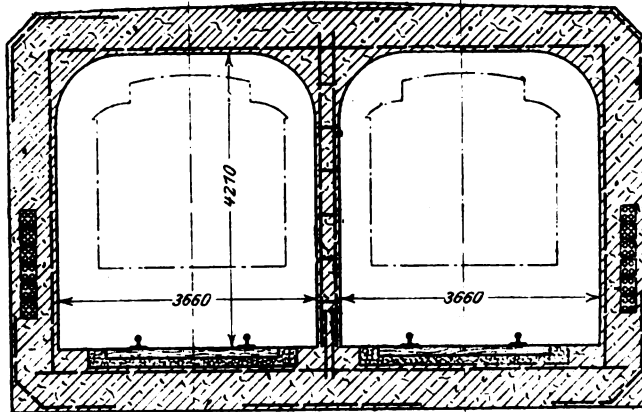
Il sotterraneo comprende come abbiamo già accennato sopra due gallerie tubolari ad un unico binario con un interasse di 8, 5 metri.

La struttura dei tronchi di galleria in roccia è rappresentata in sezione nella fig. 2 dalla quale si vede come si sia resa necessaria anche la volta di fondo.

La larghezza interna risulta di 3, 9 metri e di 4, 55 metri l'altezza massima interna mentre le dimensioni esterne riescono molto più rilevanti e precisamente metri 5, 27 e rispettivamente 5, 5 metri circa.

La costruzione di questi tronchi di galleria si potè eseguire senza l'impiego d'aria compressa nè di armatura avanzante; si richiesero circa 20 mc. di scavo e circa 8 mc. di calcestruzzo per metro lin. di ciascuna galleria.

Per i tratti tubolari di sottopasso del letto del fiume si adottò una sezione circolare (fig. 3) costituita da settori circolari in ghisa collegati tra loro

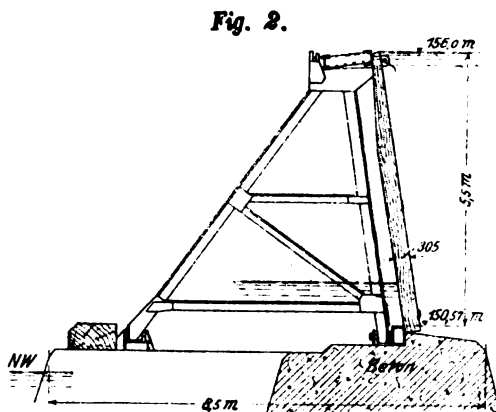
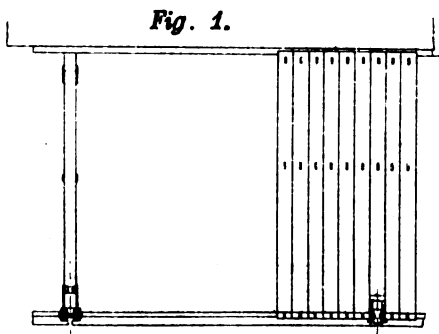
Fig. 4.

in posto e rivestiti internamente con uno strato di cemento. Il diametro interno di ciascun tubo è di metri 4, 72, l'esterno 5, 13 con un peso proprio di 6700 Kg. al metro.

Per i lavori di scavo relativi a questi tronchi tubolari di galleria si adottò il sistema di perforazione con armatura mobile per il cui avanzamento si resero necessarie delle pressioni idrauliche superiori alle 400 atmosfere.

Un'altro profilo di galleria e precisamente quello impiegato per l'ultimo tratto di 550 metri in Long Island, è rappresentato nella fig. 4; è a sezione rettangolare, a doppio binario divisa in due parti da una parete verticale in cemento armato.

Per la costruzione delle gallerie tubolari risultò conveniente di affondare quattro pozzi tubolari onde aumentare le fronti d'attacco e procedere più sollecitamente nei lavori.

Il primo pozzo fu scavato nella 3 Avenue, il secondo sulla sponda dell'East River dal lato di Manhattan, il terzo in mezzaria circa nel fiume, ed il quarto finalmente sulla sponda del fiume presso Long Island.

Dighe di sbarramento sul fiume Ohio e suoi confluenti. — Negli Stati Uniti d'America, il fiume Ohio ed i suoi confluenti maggiori hanno una grande importanza dal punto di vista della navigazione interna, in special modo per il trasporto del carbone dalle miniere di Pittsburg verso le regioni dell'ovest; in relazione appunto all'importanza assunta dal traffico, per migliorare sempre più le condizioni di navigabilità di questo fiume, e regolare le variazioni del pelo d'acqua nelle diverse stagioni dell'anno, vennero eseguite e si stanno anche attualmente ultimando manufatti ed opere grandiose, sia sul corso principale dell'Ohio che sui suoi confluenti più importanti quali il Monongahela, Muskingum, Kentucky, Green and Litthe Kanawha, Big Sandy River ecc. destinati a trattenuta dell'acqua nei mesi di magra ed a permettere al contrario il passaggio di grandi masse d'acqua nelle epoche di piena, che anzi durante questo periodo si è previsto di poter passare direttamente col treno di barche attraverso alle dighe aperte senza servirsi delle conche.

La regolarizzazione dei singoli tratti di fiume richiese conseguentemente non solo importanti manufatti per le conche, ma inoltre delle dighe mobili di costruzione tale che una volta abbassate lasciassero libera un'altezza d'acqua sufficiente al passaggio delle barche.

In molti casi si adottarono dighe ribaltabili sistema Chauvine ed altri tipi diversi quando si trattava di altezze di rigurgito piuttosto forti e si richiedevano manovre rapide di sbarramento del corso del fiume.

Una applicazione di questo secondo tipo di diga si ha sul fiume Big-Sandy, fiume di confine fra i territori delle Virginia dell'ovest ed il Kentucky (vedi *Engineering* — Gennaio 1908).

Lungo l'intero percorso si notano ben 22 manufatti di trattenuta e lungo il tronco inferiore della lunghezza di 42 Km. altri tre, che funzionano già da qualche tempo in modo soddisfacente. Le conche hanno una lunghezza di 78,5 m. su 16,8 di larghezza e sono costruzioni in gettata di calcestruzzo. Le dighe di chiusura sono, come si è detto sopra, del tipo a ribal-

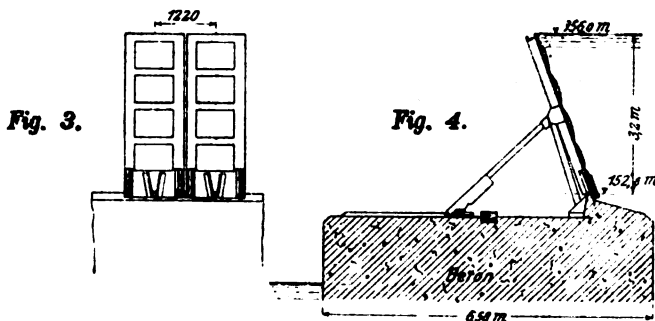
tamento. L'ultima di queste trovasi a 400 metri circa dal punto di confluenza nel fiume Ohio. Le altezze di trattenuta d'acqua in epoca di magra devono essere mantenute fra 5, 5 e 6, 8 metri, in quanto la soglia della conca si dovette tenere di 1, 37 m. più bassa di quella della diga.

Il manufatto comprende una diga mobile a cavalletti di 42, 6 metri di lunghezza per il passaggio delle barche nelle epoche di piena ed una seconda diga ribaltabile lunga 48, 7 metri, separata dalla prima da un pilastro in calcestruzzo di 3 metri di larghezza. Le due dighe appoggiano su una platea di fondazione in calcestruzzo.

I cavalletti della prima diga sono in ferro (vedi le figure 1-2) disposti a 6 metri circa di distanza l'uno dall'altro, distanza notevole che ha il vantaggio di ridurre il numero dei cavalletti stessi e rendere conseguentemente più sollecite le manovre.

I dettagli relativi all'appoggio ed arresto dei cavalletti sono con sufficiente chiarezza riprodotti nella figura.

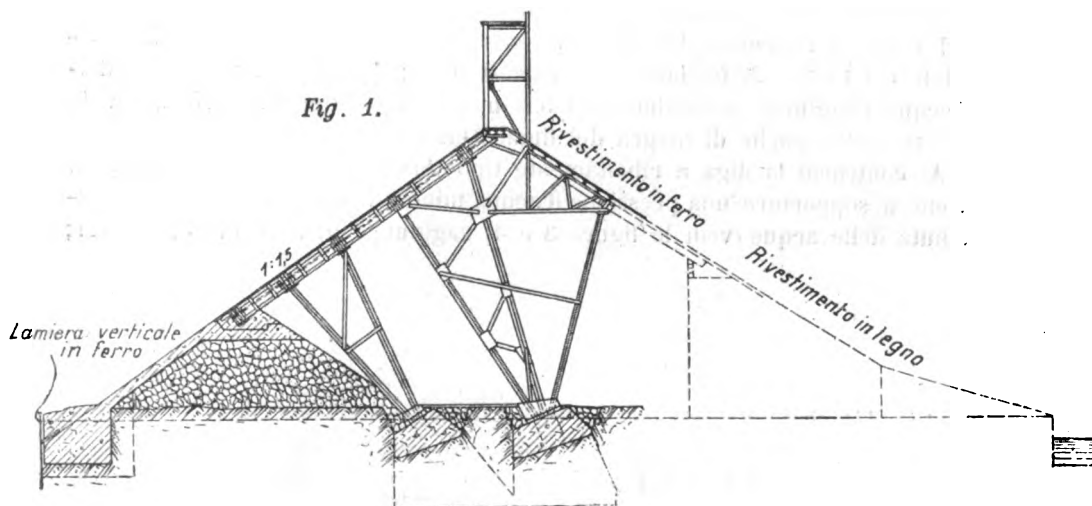
I perni di rotazione dei cavalletti sono fissati ad una trave in ghisa solidale col blocco di fondazione in calcestruzzo; l'altezza di trattenuta dell'acqua raggiunge normalmente i 5, 5 metri, che aumenta però notevolmente nelle epoche di magra del fiume Ohio.

Al contrario la diga a ribaltamento tipo Chauvine adiacente alla prima, viene a sopportare una pressione d'acqua minore in quanto l'altezza di trattenuta delle acque (vedi le figure 3 e 4) raggiunge al massimo 3, 2 metri;

la diga comprende 40 elementi, costituiti con ferri sagomati e lamiere curvate con una distanza da mezzaria a mezzaria di 1220 mm. ed un interspazio tra i diversi elementi di 76 mm. Queste fenditure sono rese stagne con panconcelli in legno.

Il ribaltamento delle aste di sostegno si effettua dalla sponda manovrando un asta dentata di acciaio avente una sezione di 38 $\times$ 127 mmq.; la posizione dei denti dell'asta è tale che il ribaltamento delle singole paratoie avviene in modo successivo. Le manovre di rialzamento delle paratoie stesse riescono difficili e lunghe in quanto si è obbligati a servirsi di barche e procedere nel lavoro per gradi.

Diga in ferro nel fiume Missouri. — La diga di sbarramento rappresentata in sezione nella figura 1 è una struttura quasi esclusivamente in ferro e venne costruita attraverso il fiume Missouri dalla Helena Power Transmission Company a scopo di derivazione d'acqua per uso industriale.

La diga, costruita per una quota di pelo d'acqua costante per un periodo di 8 a 10 mesi, deve però poter smaltire nei restanti mesi dell'anno le acque di piena che raggiungono altezze notevoli. Su pilastri di fondazione in beton, vengono a poggiare come si rileva dalla figura dei montanti a traliccio a distanza di tre in tre metri; i tralicci sono collegati tra loro quattro a quattro con collegamenti diagonali e portano delle travi trasversali alle quali sono fissate le lamiere chiodate costituenti una parete continua di 194 metri di lunghezza per 25 metri d'altezza.

Le lamiere superiori ed inferiori sono piane ed hanno uno spessore di 8 mm.; quelle ricoprenti la zona centrale sono incurvate ed hanno uno

spessore di 10 mm. La parete di trattenuta verso monte, ha una inclinazione di 1 : 1,5 scelta in considerazione della natura del letto del fiume in massima parte sabbioso, per modo che la pressione dell'acqua diventa un fattore importante della stabilità del manufatto.

Per impedire eventuali infiltrazioni d'acqua sotto alla diga, venne disposta al piede della diga stessa a monte, una parete verticale in lamiera sostenuta da una platea in calcestruzzo.

In sommità della diga è fissata una seconda incastellatura fissa in ferro con rivestimento in lamiera metallica; per la parte centrale e per una lunghezza di 154 metri la soprastruttura è costituita con cavalletti mobili che vengono abbassati nei periodi di piena. La diga a valle è rivestita in piccola parte con lamiere in ferro e comprende in massima parte una struttura in legno con panconatura di rivestimento.

Aumento di potenza nei motori a scoppio mediante un' iniezione di ossigeno. — Interessanti esperienze furono fatte dall'Ing. M. Jaubert, alla società Aster, circa l'aumento di potenza di un motore a scoppio coll'iniettarvi, durante la marcia, una certa quantità di ossigeno; in questo modo si viene ad aumentare la proporzione della carburazione, diminuendo così quella del gas inerte, cioè dell' azoto.

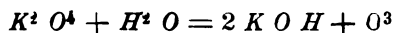
La migliore proporzione di ossigeno da impiegarsi, per evitare disastrose conseguenze, quali ad esempio la distruzione del motore, non deve oltrepassare un massimo di 180 litri per cavallo ora, cioè di 3 litri per cavallo minuto. Con tale quantità di ossigeno, iniettata durante la marcia del motore, è stato determinato un aumento di potenza del 70 %.

Questo splendido risultato (Vedi *Bolletiino della Società Areonautica Italiana*) richiama particolarmente l'attenzione degli aviatori che potreb bero così avere il mezzo di aumentare considerevolmente la potenza dei loro motori senza ricorrere a tipi pesanti e molto costosi. Cosicchè un motore di 33 HP del peso totale di 231 kg. (7 kg. a cavallo) potrebbe sviluppare una potenza di 56 HP aggiungendovi $33 \times 3 = 100$ litri di ossigeno al minuto, il che darebbe un peso unitario di soli 4 kg. a cavallo. Il sig. Archdeacon è convinto che un tale motore riuscirà di molta utilità specialmente per quanto riguarda l'aviazione, tanto più che è ormai dimostrato che in un aeroplano è necessario uno sforzo massimo soltanto per il sollevamento, mentre che per mantenersi nell'aria esso non richiede che una potenza molto minore.

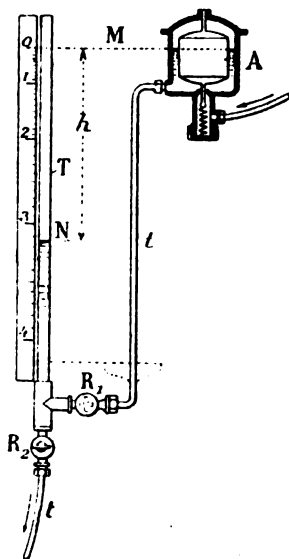
Da ciò ne viene, che appena l'aeroplano avrà spiccato il volo si potrà chiudere il robinetto dell' ossigeno e procedere colla forza normale del motore, cioè di 33 HP.

Le esperienze sulla carburazione ossigenata non sono ancora entrate nel dominio della pratica, ma esse non tarderanno certamente ad avere larga applicazione in vista delle piccolissime variazioni che richiederanno nei motori a scoppio attualmente in commercio.

L'ossigeno da iniettare potrà venir fornito da un cilindro contenente ossigeno compresso o da un generatore d'ossigeno molto simile ad un generatore di acetilene. Quest' ossigeno è generato facendo reagire l'acqua sopra il tetraossido di potasio, $K^2 O^4$, prodotto fabbricato dal Jaubert stesso. Si ha:

$$K^2 O^4 + H^2 O = 2 K O H + O^3$$

Il Voluliquimètre Krebs. — Questo apparecchio impiegato dal sig. Krebs nelle prove dei motori a petrolio alle officine Panhard-Levassor, serve a misurare esattamente il numero di litri all'ora di petrolio consumato dal motore. A (fig. 1) è un serbatoio a livello costante che alimenta il tubo *t* lungo il quale scorre il liquido di cui si vuole conoscere il regime di passaggio. Su questo tubo e ad una certa distanza al disotto del serbatoio A, trovasi un

robinetto R_1 provvisto di un piccolo foro in parete sottile. Da questo robinetto si dirama verso l'alto un tubo verticale di vetro, fino ad avere un'altezza di poco superiore a quella del liquido nel serbatoio a livello costante A. R_2 è un robinetto che serve a regolare il passaggio del li-

Fig. 1

quido. Aprendo i robinetti R_1 ed R_2, il liquido comincierà a scorrere e giungerà al foro in parete sottile con una velocità proporzionale alla quantità del liquido stesso; questa velocità originerà così una pressione misurata dalla differenza di livello L fra i livelli M e N. Così, per un foro dato, le quantità di liquido di passaggio saranno ad ogni istante, proporzionali alle radici quadrate di queste differenze di livello. Un calcolo molto semplice permette di determinare a priori la luce del foro in parete sottile, per un liquido di densità nota e per un consumo massimo previsto, in modo che la differenza massima di livello non sia maggiore della lunghezza del tubo. Per la graduazione della scala se ne determina un punto praticamente come nei termometri.

BIBLIOGRAFIA

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN. Pubblicazione mensile del Ministero dei lavori pubblici prussiano — Testo in quarto grande e atlante in foglio — Berlino, Wilhelm Ernst und Sohn, Wilhelmstrasse 90 — Fascicoli X, XI e XII. - 1907.

I tre fascicoli annunciati sono quelli di ottobre, novembre e dicembre e contengono le memorie seguenti.

PAOLO LEHMGRÜBNER in Stettino. *Il palazzo municipale di Goslar* con 12 figure nel testo e una tavola nell'Atlante. È uno dei monumenti più rimarchevoli della Germania centrale: fu iniziato nel 1137 ma, secondo la tradizione fu subito preda delle fiamme, cosicchè la sua origine in base a documenti storici, data dall'anno 1188 e andò completandosi nella forma odierna fra il dodicesimo e il diciasettesimo secolo. Nonostante le molte aggiunte ha conservato il carattere della sua antichità.

Dr. JULIUS BAUM, *La sala da ballo del castello di Weikersheim* con 10 figure nel testo e una tavola nell'Atlante.

Il castello di cui fa parte la sala, fu costruito in quattro periodi diversi dal 1595 al 1725: la memoria del Dr. Baum però si limita alla illustrazione della sala da ballo, e ne dà la storia della costruzione, una descrizione completa in tutti i particolari; mette in luce l'importanza artistica della medesima e riporta alcuni documenti che vi si riferiscono.

L'Istituto agrario Imperatore Guglielmo di Bromberg. È la fine della Memoria iniziata nei fascicoli precedenti e da noi già annunciata, sei figure nel testo e due tavole nell'Atlante accompagnano questa ultima parte della Memoria.

WALTHER FRIEBE in Traben-Trarbach, *Il castello di Köpenick*. Memoria di 36 colonne con 23 figure nel testo e 6 tavole nell'Atlante. L'A. illustra l'origine del castello e ne fa la storia della sua costruzione.

PRÖT e GLUTH, *Ricostruzione della galleria presso Altenbeken* con 3 figure nel testo e una tavola nell'Atlante.

La galleria fa parte della linea ferroviaria Soest-Kreiensen in Germania; fu costruita negli anni dal 1861 al 1864 ed ha la lunghezza di 1640 m. Al 23 luglio 1905 una parte della vôlta crollò sotto l'urto di frane esterne a circa 460 m. dalla bocca est; le materie penetrate ostruirono la galleria per 35 m. circa, e più tardi anche la vôlta ruinò per una lunghezza mag-

giore. La ricostruzione fu subito iniziata ed estesa ad altre parti pericolose della galleria e per le condizioni del terreno, che offriva un avallamento in quel punto e che nelle vicinanze era disgregato e in vari punti cavernoso, riuscì importante, cosicchè la relazione che forma argomento dell'articolo, è di molto interesse. Alcuni anelli furono ricostruiti in 12 a 14 giorni, altri invece richiesero fino a 2 mesi di lavoro, ed un anello 17 settimane, in causa principalmente delle infiltrazioni d'acqua.

GEISS, *Un nuovo muro di sponda con fondazione su pali di cemento armato*. Breve ma interessantissimo articolo pei dati pratici che contiene sulla resistenza dei pali in cemento armato. I pali venivano affondati in linea, e se ne determinava la resistenza assoluta, essa veniva poi riferita all'area della sezione trasversale ed alla superficie periferica; la media fra questi due valori diede una resistenza di tonn. 65 per un affondamento di m. 8,50 e di tonn. 20 per un affondamento di 5 m. Siccome per ogni campata di m. 2,50 di lunghezza sul davanti venivano a trovarsi 5 pali, e il peso da sopportare complessivamente era di 68,75 tonn. così l'affondamento a 5 m. non bastava; si decise allora per ogni gruppo di cinque pali di affondarne 4 a 5 metri e uno a 8,50 m. così venivasi ad avere una resistenza complessiva di 145 tonn. In realtà poi le file posteriori diedero dei risultati molto superiori a questi ottenuti nei saggi, poichè il terreno, dopo l'affondamento della prima fila e ancora maggiormente dopo le successive file veniva talmente compresso che l'infissione riusciva difficile assai e in definitiva si ottenne per ciascun gruppo un coefficiente di sicurezza di 6, e di 4 trascurando il palo più lungo, ossia con affondamento maggiore.

Dr. Ing. SYMPHER, THIELE e BLOCK. *Ricerche intorno alla navigazione sul canale Reno-Weser*. Memoria con 13 figure nel testo e 4 tavole nell'Atlante. Dopo una breve introduzione gli Autori trattano in tre capitoli speciali: della forma e grandezza della sezione del canale in rapporto all'esercizio della navigazione ed alla sua convenienza economica; del confronto di vari modi d'esercizio impiegati nel canale Reno-Weser; della trazione elettrica sul canale con numerosi approdi e punti di carico e scarico. La memoria è di grande importanza pei numerosi dati che contiene e che possono servire di guida nella studio delle questioni relative alla navigazione fluviale.

E. ELWITZ in Düsseldorf, *Ricerche sulla vôlta elastica*. È la fine di un articolo già pubblicato nei precedenti fascicoli; 32 figure illustrano l'esposizione e facilitano la comprensione della medesima.

Allegati al fascicolo sono i soliti dati statistici relativi alle opere in corso di costruzione sotto la direzione del Ministero dei lavori pubblici.

G. CRUGNOLA.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

RIASSUNTO DI TEORIA E CALCOLO

DELLE TURBINE A VAPORE.

(Colle Tavole 17, 18 e 19).

I. — Definizioni e classificazioni.

1. *Macchine a vapore.* — Le macchine impiegate a trasformare in lavoro meccanico il calore, che può essere sottratto al vapor acqueo che le attraversa, si dicono *macchine a vapore*. In esse si deve pertanto mantenere una differenza di temperatura tra lo stato iniziale e quello finale del vapore; e questa differenza, riferita alla temperatura assoluta iniziale, misura il rendimento limite, verso cui si può tendere nella trasformazione:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Ma il rendimento limite non può essere raggiunto, poichè esso presuppone trasformazioni reversibili e ad entropia totale costante, laddove in natura le trasformazioni sono irreversibili e l'entropia risultante cresce

NOTAZIONI.

- a velocità di trascinamento
- c calore specifico
- d diametro
- g accelerazione della gravità
- l lunghezza delle palette
- p pressione unitaria
- r raggio
- t temperatura centigrada
- u velocità relativa
- v volume specifico
- w velocità assoluta
- x titolo del vapore saturo.
- A equivalente termico del lavoro
- C coppia motrice
- E equivalente meccanico del calore
- H distanza verticale
- L lavoro
- N potenza in HP
- P portata o consumo di vapore
- Q quantità di calore
- R calore generato nel vapore per effetto delle resistenze passive.
- T temperatura assoluta.
- U differenza fra l'energia interna del vapore e quella dell'acqua a 0° e 760 mm.
- α angolo tra la velocità assoluta e la velocità di trascinamento.
- β angolo tra la velocità relativa e la velocità di trascinamento.
- γ rapporto tra il calore specifico a pressione costante e quello a volume costante.
- δ peso specifico.
- ε grado di reazione
- ζ coefficiente di perdita di energia per attrito.
- η rendimento
- θ coefficiente di perdita di velocità per attrito.
- λ calore del vapore
- μ entropia
- ξ coefficiente di perdita di vapore attraverso le fughe
- σ volume specifico dell'acqua
- ψ coefficiente di perdita complessiva per le turbine multiple
- ω velocità angolare.

indefinitamente, dando luogo alla progressiva degradazione e livellazione dell' energia.

Il ciclo teorico, percorso dall' unità di peso di fluido è per ogni tipo di macchina il medesimo, rappresentato da *a b c d a* (fig. 1) nel diagramma in coordinate p, v. Il lavoro compiuto dal vapore vincendo le forze esterne è misurato dall' area *a b c d a* ed espresso da

$$L = \int_{p_0}^{p_1} v\, dp - (p_1 - p_0)\, \sigma$$

e trascurando il volume specifico σ del liquido

$$L = \int_{p_0}^{p_1} v\, dp = p_1 v_1 - p_0 v_0 + \int_{v_1}^{v_0} p\, dv \qquad [1]$$

2. *Turbine a vapore e loro organi.* — Le macchine a stantuffo utilizzano la forza elastica del vapore facendolo espandere entro camere (cilindri), chiuse da una parete mobile (stantuffo): le turbine utilizzano l'energia cinetica acquistata dal vapore nel defluire da recipienti ad alta pressione verso altri a pressione bassa. Esse constano perciò di organi fissi, attraverso i quali si compiono il deflusso e l'espansione del fluido, e di organi mobili capaci di sottrarre alle particelle di vapore la loro quantità di moto e di trasmetterla all' esterno della macchina. I primi hanno forma di bocchelli o di palette che diconsi *distributrici;* i secondi hanno forma di palette, che si dicono palette *motrici* e sono disposte su ruote mobili.

3. *Turbine ad azione e a reazione.* — Se la trasformazione dell' energia potenziale del vapore in energia cinetica avviene solo negli organi fissi, così che quelli mobili non abbiano altro compito che di sottrarre al vapore la sua quantità di moto, la turbina dicesi *ad azione.* Se invece l' espansione del vapore si continua anche nell' interno delle palette motrici, così che queste raccolgono non solo la quantità di moto che il fluido aveva all' entrata, ma anche quella che per tal modo si origina, la turbina dicesi *a reazione.*

Si chiama *grado di reazione* la grandezza

$$\varepsilon = 1 - \frac{w^2}{w^2_{max}}$$

ove w è la velocità effettiva del vapore all'uscita dall'organo distributore e w_{max} è il massimo valore che può raggiungere w per il salto di pressione considerato. Nelle turbine ad azione si ha appunto

$$w = w_{max} \qquad \text{e quindi} \qquad \varepsilon = 0.$$

4. *Turbine assiali, radiali, tangenziali.* — Le turbine si distinguono ancora in *assiali* se il movimento generale del vapore avviene parallelamente all' asse; *radiali*, se esso si compie da o verso l'asse: *tangenziali*,

se la direzione del getto è tangente alla periferia della ruota motrice e ortogonale rispetto all' asse.

5. *Turbine semplici e multiple.* — Si dicono infine turbine *semplici* quelle in cui il vapore attraversa un solo organo distributore ed un solo organo motore; *multiple* quelle in cui si hanno più passaggi o *salti* successivi.

6. *Partizione della teoria delle turbine a vapore.* — Dallo scopo e dal modo di agire delle turbine a vapore si rileva, che lo studio teorico di esse può scindersi in due parti. Delle quali la prima, basata sulla termodinamica, riguarda la trasformazione dell' energia termica accumulata nel vapore in energia cinetica; la seconda, che deriva dalla meccanica generale, riguarda l' utilizzazione di questa energia cinetica.

Quanto si riferisce alle sollecitazioni, cui vanno soggetti gli organi delle turbine, e conseguentemente alla scelta dei materiali ed al calcolo delle dimensioni, rientra nel campo della scienza delle costruzioni applicata alle macchine.

II. Trasformazione dell' energia termica del vapore in energia cinetica.

7. *Movimento dei fluidi.* — Lo studio della trasformazione dell'energia termica del vapore in energia cinetica si basa sulla conoscenza delle leggi, che governano il moto dei fluidi ed i fenomeni che ad esso si accompagnano.

8. *Equazione del movimento.* — L'equazione del movimento dei fluidi può dedursi dal principio della conservazione dell' energia. Si considerino infatti due sezioni estreme, che comprendano un sistema di condotti M (fig. 2), costituenti ad es. una turbina; e si ammetta l'ipotesi del moto permanente e, per le sezioni estreme, anche quella del moto per falde parallele. Siano;

p pressione unitaria;
v volume specifico;
w velocità;
U differenza fra l' energia interna del vapore e quella dell' acqua a 0° e 760 mm.:
Q_e calore trasmesso all' esterno e riferito all'unità di tempo e all' unità (in peso) di portata;
L lavoro esterno compiuto nell' unità di tempo dall' unità di portata;
H distanza verticale fra le sezioni estreme;
E equivalente meccanico del calore:
$A = \frac{1}{E}$ equivalente termico del lavoro.

Il lavoro delle pressioni esterne sull'unità di peso di vapore, che attraversa M, è $p_1 v_1 - p_2 v_2$ e ad esso deve aggiungersi il lavoro della gra-

vità H, e detrarsi quello E Q_e + L, corrispondente al calore ed al lavoro ceduti all'esterno. Il lavoro risultante deve essere eguale alla variazione totale dell'energia del vapore, ossia

$$p_1 v_1 - p_2 v_2 + H - E Q_e - L = E (U_2 - U_1) + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}$$

Il lavoro H è sempre trascurabile, onde si ha, moltiplicando per A,

$$(U_1 + A p_1 v_1) - (U_2 + A p_2 v_2) = Q_e + A L + A \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}$$

È noto che si chiama *calore del vapore* la quantità di calore

$$\lambda = U + A p (v - \sigma)$$

necessaria a trasformare sotto pressione costante p l'unità di peso di acqua a 0°, in vapore a tale temperatura da occupare il volume v. Per questa definizione, se lo stato del vapore è rappresentato nel diagramma entropico dal punto e (fig. 3), il calore λ è misurato dall'area *oabdefo*, chiusa fra gli assi, la isobara p e l'ordinata finale (1).

Essendo nei casi ordinari (vapore surriscaldato o saturo con titolo eguale o prossimo ad 1) il volume del liquido σ affatto trascurabile rispetto al volume del vapore v, l'equazione del moto diventa

$$\lambda_1 - \lambda_2 = Q_e + A L + A \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} \qquad [2]$$

Ad essa può darsi una seconda forma ricorrendo al primo principio di termodinamica, per il quale

$$dQ + dR = dU + A p dv$$

ove Q è il calore ceduto dall'esterno al fluido, ed R quello generatosi nel fluido per effetto delle resistenze passive. Se ne deduce

$$dQ + dR = dU + A d(pv) - A v dp = d\lambda - A v dp$$

(1) Per il vapore saturo di titolo x, rappresentato dal punto c (fig. 3), il calore λ consta del calore del liquido $q = c_l\, t$ = area *oabko*, ove c_l è il calore specifico medio del liquido fra 0° e t, e del calore latente di vaporizzazione $r\,x$ = area *kbchk*. Per il vapore saturo secco, rappresentato da d, si ha $x = 1$ e quindi $\lambda = q + r$ = area *oabdgo*. Per il vapore surriscaldato, rappresentato da e, deve ancora aggiungersi il calore necessario a surriscaldarlo dalla temperatura di saturazione t_s a quella finale t ossia:

$$c_p (t - t_s) = \text{area } gdefg. \quad \text{onde } \lambda = q + r + c_p (t - t_s) = \text{area } oabdefo$$

e integrando

$$\lambda_1 - \lambda_2 = - Q - R - A\int_{p_1}^{p_2} v\,dp \qquad [3]$$

Dalla quale, sostituendo nella (2) e tenendo presente che $Q = - Q_e$ si ricava la seconda forma dell'equazione del moto:

$$A\,L + A\,\frac{w_2^2 - w_1^2}{2\,g} = - R - A\int_{p_1}^{p_2} v\,dp \qquad [4]$$

9. *Velocità di efflusso.* — Applicando l'equazione del moto all'efflusso adiabatico e senza attriti di un gas perfetto attraverso un orifizio che separa due capacità mantenute alle pressioni p_1 e p_2, si ricava che in una sezione immediatamente a valle della luce, in cui i filetti fluidi siano paralleli (*sezione contratta*), la velocità e la pressione sono rispettivamente

$$w' = \sqrt{2\,g\,\frac{\gamma}{\gamma+1}\,p_1\,v_1} \qquad p' = p_1\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

ove γ è il rapporto fra il calore specifico a pressione costante e quello a volume costante. Le grandezze w' e p' diconsi *velocità critica* e *pressione critica.*

Applicando per approssimazione anche ai vapori l'equazione di elasticità dei gas perfetti ed introducendo per γ il valore

$$\gamma = 1{,}035 + 0{,}1\,x$$

quelle espressioni diventano per il vapore saturo secco ($x = 1$)

$$x' = 323\,\sqrt{p_1\,v_1} \qquad\qquad p' = 0{,}577\,p_1 \qquad [5]$$

Si rileva che w' e p' sono indipendenti dalla pressione a valle p_2, e che w' è quindi in generale differente dalla velocità w_2, la quale corrisponde alla completa trasformazione dell'energia potenziale in cinetica. L'espressione di questa velocità finale w_2 è data dalla [2], in cui si ponga $Q_e = 0$ $L = 0$:

$$\frac{w_2^2}{2\,g} = \frac{w_1^2}{2\,g} + E\,(\lambda_1 - \lambda_2) \qquad [6]$$

10. *Luci semplici e bocchelli.* — Se $p_2 > p'$ il getto non conserverà la sua forma convergente fino ad aver raggiunto la pressione p' e la ve-

locità w', ma la pressione p_2 la velocità w_2 e la condizione di parallelismo dei filetti saranno conseguite in una sezione ancora più prossima alla luce, e che può con grande approssimazione confondersi con essa. Se invece $p_2 < p'$, il vapore dovrebbe, al di là della sezione contratta, continuare ad espandersi e a crescere di velocità per passare da $p' v'$ a $p_2 v_2$. Ma il getto formandosi in un mezzo a pressione inferiore, tende a diffondersi in ogni senso, cosi che riesce impossibile utilizzarne tutta l'energia cinetica in una direzione determinata. É perciò necessario di accompagnare il getto, cioè rinchiuderlo e guidarlo entro un *bocchello,* finchè il vapore non abbia raggiunto la pressione finale p_2 e la corrispondente velocità w_2.

11. *Perdita di energia per attrito nei bocchelli.* — Quando l'efflusso avviene attraverso un bocchello, se può ancora ammettersi trascurabile la trasmissione di calore all'esterno, l'esperienza dimostra che non sono più trascurabili i fenomeni di attrito e le perdite di energia che ne conseguono. La trasformazione non ha più luogo ad entropia costante, secondo la mn' (fig. 4), ma ad entropia crescente ad es. secondo la mn, cioè con un'aggiunta di calore R misurata dall'area $q'mnqq'$ e generata dall'attrito.

Il calore trasformato in energia cinetica è, per la [6],

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \text{area } oacmq'o - \text{area } oabnqo$$

laddove senza le perdite per attrito sarebbe stato

$$\lambda_1 - \lambda'_2 = \text{area } oacmq'o - \text{area } oabn'q'o$$

I fenomeni di attrito causano dunque una perdita di calore

$$\lambda_2 - \lambda'_2 = \text{area } oabnqo - oabn'q'o = \text{area } q'n'nqq'$$

Ne segue che del calore di attrito R solo una parte (area $n'mnn'$) è utilizzata, mentre il resto (area $q'n'nqq'$) costituisce una perdita inevitabile.

Se si indica con ζ il rapporto dell'energia perduta a quella teoricamente utilizzabile risulta

$$\lambda_2 - \lambda'_2 = \zeta\,(\lambda_1 - \lambda'_2) \text{ ossia } \lambda_1 - \lambda_2 = (1 - \zeta)\,(\lambda_1 - \lambda'_2) \qquad [7]$$

L'esperienza dimostra che ζ non è costante, ma varia all'incirca da un minimo di 0,06 a un massimo di 0,25, passando da bocchelli larghi e corti a bocchelli stretti e lunghi e da rapporti $\frac{p_1}{p_2} = 2$ a $\frac{p_1}{p_2} = 100$ e più.

12. *Rappresentazione grafica delle trasformazioni termodinamiche.* — Per la difficoltà di esprimere analiticamente la trasformazione termodinamica che ha luogo nel bocchello, è preferibile di rappresentarla graficamente mediante una linea ab, tracciata sul diagramma entropico (fig. 5) con la condizione che le perdite corrispondenti a ciascun punto di essa aree analoghe alla $q'n'nqq'$ della fig. 4) vadano crescendo secondo i valori

di ζ ricavati dall'esperienza (1). Disegnando accanto al diagramma entropico (fig. 5) i diagrammi $p = f(t)$ e $p = f(v)$ per il vapore saturo secco (2), si può trasportare la linea di trasformazione $a\,b$ dal diagramma entropico (t, μ) nella linea corrispondente $a'b'$ del diagramma dinamico (p, v) (3). Inoltre dai valori di λ corrispondenti a diversi punti della ab si ricavano mediante la [6], posto $w_1 = o$, altrettanti valori di w_2

$$w_2 = \sqrt{2\,g\,\mathrm{E}\,(\lambda_1 - \lambda_2)} \qquad [8]$$

che permettono di costruire anche la linea $a''b''$ in coordinate w, v. A ciascun istante della trasformazione termodinamica considerata, corrisponde dunque un punto in ciascuno dei tre diagrammi

$$ab \;\; t = f(\mu) \quad , \quad a'b' \;\; p = f(v) \quad , \quad a''b'' \;\; w = f(v) .$$

13. *Dimensioni e profilo dei bocchelli.* — Se la portata del bocchello, in unità di peso, è P, una sezione retta qualunque di area Ω_x deve soddisfare alla relazione

$$\Omega_x = \mathrm{P}\,\frac{v_x}{w_x} \qquad [9]$$

mediante la quale dal diagramma $w = f(v)$ si può ricavare quello $\Omega = f(v)$ (4). Passando ora dalle aree Ω delle sezioni alle loro dimensioni lineari d (diametro del cerchio, lato del poligono) può costruirsi un diagramma di d in funzione di v, o di w, o di p, o di λ. Assumendo uno di tali diagrammi come profilo del bocchello, si ottiene rispettivamente che la variazione di volume, o di velocità, o di pressione, o di calore del vapore sia proporzionale alla distanza della particella che si considera dalla sezione di im-

(1) Questa e le seguenti costruzioni risultano assai agevolate se alla misura planimetrica delle quantità di calore λ, se ne sostituisce la lettura diretta, tracciando sul diagramma entropico oltre alle isobare anche le curve di uguale calore del vapore $\lambda = \text{cost.}$, come si è fatto nella fig. 6. Si raggiunge lo stesso scopo anche trasportando la linea di trasformazione in un diagramma ausiliario in coordinate λ e μ (diagramma di Mollier).

(2) Le tre curve $t = f(\mu)$ $p = f(t)$ $p = f(v)$ per il vapore saturo secco, si dicono *curve limite* e si costruiscono mediante le tabelle di valori sperimentali (*vedi appendice*).

(3) La costruzione di Boulvin per passare da un punto a del diagramma entropico al punto corrispondente a' del diagramma dinamico, quando si siano tracciate nel modo indicato dalla fig. 5 le tre curve limite, è la seguente: cm tangente in c alla isobara ca, am orizzontale, mn parallelo alla tangente in c alla curva limite, ek ss cr nq verticali, q allineato con r ed s e infine $a'q$ orizzontale. Per un punto b corrispondente ad uno stato di vapore saturo la costruzione di b' è più semplice poichè si opera su b come sul punto n del caso precedente.

(4) Graficamente (fig, 5) il valore di $\Omega_x = \mathrm{P}\,\frac{v_x}{w_x}$ è misurato dal segmento intercetto dall'asse w e dalla congiungente del punto (v_x, w_x) con l'origine, su di una retta parallela all' asse v e distante da esso di P.

bocco. Ciascuno di questi profili ha una sezione iniziale teoricamente infinita, se si è supposto $w_1 = o$, una sezione minima corrispondente alla sezione contratta del getto, ed una sezione terminale. Tra queste due ultime sezioni si può anche assegnare al bocchello un profilo rettilineo.

Da quanto precede si deduce che, assegnate le caratteristiche (condizione iniziale del vapore, salto di pressione, grandezza della perdita per attrito) della trasformazione termodinamica da realizzarsi in un bocchello, e stabilito il peso P di vapore che deve attraversarlo in 1ˢ, risultano univocamente determinate le aree delle sezioni che esso deve avere. Perciò un bocchello, costruito per realizzare una determinata trasformazione, non può in generale essere impiegato in condizioni diverse, senza che si generino nel getto fenomeni di urto e vibrazioni, che danno luogo a perdite esagerate di energia, con grave danno dell'economia della turbina.

14. *Espansione del vapore attraverso corone di palette.* — Quando la pressione p_2 a valle dell'organo, attraverso il quale avviene l'espansione, è superiore alla pressione critica p', l'efflusso potrebbe compiersi senza inconvenienti attraverso ad una luce semplice (§ 10). Essendo però necessario per l'utilizzazione dell'energia cinetica del vapore, che la velocità da esso assunta abbia una direzione determinata, occorre guidarlo attaverso canali di forma conveniente, i quali sono in generale limitati da palette ricurve. Il vapore, espandendosi in essi, li occupa completamente ed è soggetto a perdite per attrito, analoghe a quelle che si verificano nei bocchelli, onde il calore finale λ_2 differisce da quello λ'_2 corrispondente ad una espansione isoentropica secondo la [7]

$$\lambda_2 = \lambda'_2 + \zeta (\lambda_1 - \lambda'_2)$$

In questo caso il coefficiente di attrito ζ è in generale compreso fra 0,07 e 0,15.

Noto il valore di λ_2, si può ricavare (§ 12) il volume finale v_2 e calcolare mediante la [6] la velocità di uscità w_2. A questi valori ed alla portata complessiva P sono legate le aree nette di entrata e di uscita Ω_1 e Ω_2 e gli angoli di entrata e di uscita α_1 e α_2 (fig 7) dalle relazioni

$$w_1 \Omega_1 \text{ sen } \alpha_1 = P v_1 \qquad w_2 \Omega_2 \text{ sen } \alpha_2 = P v_2 \qquad [10]$$

Inoltre, affinchè le perdite si mantengano nei limiti sopra accennati, occorre profilare le palette in modo che dall'imbocco allo sbocco l'area della sezione retta del condotto e la direzione dei filetti fluidi vadano variando con continuità e con uniformità.

15. *Deflusso del vapore a pressione costante.* — Nelle turbine ad azione il getto di vapore compie tratti di percorso a pressione costante (§ 3). Qui non è più necessario che esso riempia completamente i canali che attraversa, e le sezioni calcolate in base al principio della continuità rappresentano solo il limite minimo dei valori possibili. Questa speciale con-

dizione è infatti realizzata solo in alcuni tipi di turbine ad azione che si dicono *turbine limite.*

Anche nel caso del deflusso a pressione costante, dovendo il vapore per mutar direzione scorrere a contatto di pareti solide, si verificano perdite di energia per attrito onde la velocità iniziale w' dei filetti fluidi non si mantiene costante, ma si riduce allo sbocco a

$$w'' = \Theta w' \qquad [11]$$

con una perdita di energia cinetica

$$\frac{w'^2}{2g} - \frac{w''^2}{2g} = (1 - \Theta^2)\frac{w'^2}{2g} \qquad [11\ bis]$$

Questa energia è trasformata in calore e va ad accrescere il calore del vapore da λ a

$$\lambda + A(1 - \Theta^2)\frac{w'^2}{2g}$$

aumentandone il titolo se il vapore è umido, surriscaldandolo se è secco.

I valori sperimentali di Θ sono assai variabili, oscillando essi tra 0,7 e 0,9 cui corrispondono delle perdite $1 - \Theta^2$ comprese tra 50 % e 20 %.

III. — Utilizzazione dell' energia cinetica del vapore.

16. *Palette e ruote motrici.* — L' utilizzazione dell' energia cinetica del vapore si consegue conducendo il getto attraverso condotti mobili, dei quali la forma e la velocità sono commisurate allo scopo di sottrarre al vapore la massima parte della sua quantità di moto, scaricandolo con la minima possibile velocità finale. Tali condotti sono costituiti da corone di palette, portate da ruote che diconsi *ruote motrici.*

17. *Tipi di turbine ad azione.* — Secondo il modo di utilizzare la energia cinetica del vapore, i principali tipi in cui si possono raggruppare le turbine ad azione, siano esse assiali radiali o tangenziali (§ 4), sono i seguenti:

a) Turbina semplice (fig. 8). - In essa si ha un solo salto di pressione ed un solo passaggio del vapore sull'unica ruota motrice. Per le ordinarie pressioni di ammissione e di scarico, la velocità raggiunta dal vapore supera qui i 1000 m./sec., onde la velocità delle palette deve essere almeno 300 m./sec. Si rende perciò necessario l' impiego o di un disco di grande diametro o di una velocità angolare elevatissima e quindi di ingranaggi di riduzione. Per eliminare queste gravi difficoltà si sono ideati gli altri tipi di turbine.

b) Turbina con un solo salto di pressione e più salti di velocità (fig. 9); — In essa la quantità di moto del vapore non viene tutta utilizzata nella prima ruota motrice, che può perciò avere una velocità più moderata. La velocità residua del vapore viene utilizzata in una seconda ruota motrice, dopo averla raddrizzata e convenientemente diretta con una serie di palette *direttrici* fisse. Alla seconda ruota motrice può seguire un'altra ruota direttrice ed una terza motrice. Esse si trovano tutte in un ambiente a pressione costante.

c) Turbina con più salti di pressione e con o senza salti di velocità. — Deriva dalla riunione in cascata di più turbine del tipo *a*) o del tipo *b*). Se il numero di salti è abbastanza grande, ai bocchelli possono essere sostituite delle corone di palette distributrici (§ 14).

d) Turbina con più salti di pressione o di velocità ed una sola ruota (fig. 10). — In questo tipo il vapore, in luogo di essere guidato dai condotti distributori o direttori su una serie di ruote successive è riportato a passare più volte attraverso la stessa ruota.

In tutte le turbine ad azione il getto può condursi ad investire solo una parte della corona di palette motrici, poichè esso trovandosi in un ambiente a pressione costante non tende a sfuggire attraverso i giuochi assiali e radiali, che separano la ruota motrice dalle pareti fisse (1). Si può perciò impiegare un piccolo numero di bocchelli o anche uno solo, e d'altro canto non si richiede che i giuochi siano ridotti al minimo.

18. *Turbine a reazione* (fig. 11). — Nelle turbine a reazione esiste una differenza di pressione tra le due fronti della corona di palette motrici (§ 3). Perciò, nel caso di ammissione parziale, il vapore tenderebbe a sfuggire lateralmente per invadere anche le palette non investite dal getto. Ne seguirebbero perdite assai gravi, e per eliminarle l'ammissione deve essere totale su ogni ruota, e gli organi distributori devono aver forma di corone complete di palette. Ma alle pressioni di poco inferiori a quella iniziale il volume di vapore che passa nell'unità di tempo è assai limitato, anche per turbine potenti, così che bisogna che le prime ruote siano piccole e piccole le velocità delle palette (ad es. 40 m./sec.) e del vapore (ad es. 100 m./sec.). Infatti per velocità maggiori si dovrebbero adoperare palette piccolissime, rispetto alle quali i giuochi (che per ragioni meccaniche non possono scendere al di sotto di certi limiti) provocherebbero fughe di vapore abbondantissime. Per realizzare piccole velocità del vapore è necessario farlo espandere per piccoli salti di pressione, moltiplicando il numero delle ruote. È per queste ragioni che non si costruiscono turbine a reazione per piccole potenze, e che quelle esistenti hanno tutte,

(1) Si ha anzi un fenomeno di succhiamento, che il getto produce nel vapore circostante mettendolo in moto, all'esterno della corona di palette, dal fronte posteriore a quello anteriore di essa e provocando così una perdita per attrito. Ad eliminarla si può dare ai canali, compresi fra le palette motrici, una sezione tale, che il getto di vapore, pure non espandendosi, il occupi però completamente: come avviene appunto nelle turbine limite (§ 15).

a parità di numero di giri, un numero di ruote considerevolmente maggiore di quello delle turbine multiple ad azione (1).

(1) *Numero di giri e numero di ruote nelle turbine multiple.* — I vari tipi di turbine multiple sono stati ideati per limitare la velocità angolare richiesta da una buona utilizzazione dell' energia (§ 17), ma essi raggiungono lo scopo in modi diversi secondo che si tratta di: α) turbine ad azione con salti di velocità, β) turbine ad azione con salti di pressione, γ) turbine a reazione Per confrontarli mediante relazioni semplici, ammettiamo che siano trascurabili gli attriti e che le velocità assolute di imbocco e di sbocco w' e w'' per ciascuna ruota motrice siano dirette parallelamente alla velocità di trascinamento a e per conseguenza anche alle velocità relative iniziale e finale u' ed u'', così che risulti

$$w' = u' + a \qquad w'' = u'' - a$$

Facciamo inoltre l' ipotesi che le turbine dei tre tipi α) β) γ) abbiano ruote di egual diametro e di eguale velocità angolare e che il lavoro totale teorico sia L per ciascuna turbina. Prescindiamo infine per le turbine a reazione dal maggior numero di ruote, richiesto dall' impossibilità di fare l' ammissione parziale.

Si ha allora per le turbine α)

$$w_1' = \sqrt{2gL} \qquad w_1'' = w_2' = w_1' - 2a \qquad w_2'' = w_3' = w_1'' - 2a = w_1' - 2(2a)$$

in modo che per ottenere $wn'' = 0$, cioè per utilizzare tutta la velocità w_1', occorre un numero di ruote

$$n\alpha = \frac{w_1'}{2a} = \frac{\sqrt{2gL}}{2a}$$

Per le turbine β) deve essere per ogni ruota $w' = 2a$, cioè in ogni salto si utilizza un lavoro $L' = \frac{w'^2}{2g} = \frac{(2a)^2}{2g}$, quindi il numero totale dei salti e delle ruote è

$$n\beta = \frac{L}{L'} = \frac{2gL}{(2a)^2}$$

Infine per le turbine γ), ammettendo che la velocità assoluta di scarico w'' sia nulla, si ha in ogni turbina elementare $w'' = u' = o$, $w = u'' = a$, onde in ogni corona di palette si trasforma un lavoro $\frac{a^2}{2g}$ e in ogni turbina elementare si utilizza $L' = \frac{2a^2}{2g}$; ne risulta

$$n\gamma = \frac{L}{L'} = \frac{2gL}{2a^2}$$

Passando dunque dal tipo α) a quelli β) e γ) i numeri delle ruote crescono secondo i rapporti

$$n\alpha : n\beta : n\gamma = x : x^2 : 2x^2$$

dando luogo ad un notevole aumento della lunghezza e della complicazione della macchina. In cambio però le massime velocità raggiunte dal vapore decrescono secondo i rapporti

$$w\alpha : w\beta : w\gamma = \sqrt{2gL} : 2a : a = 2\sqrt{n\beta} : 2 : 1$$

e decrescono in conseguenza notevolmente le perdite per attrito e quelle per urti all'entrata del vapore nelle corone di palette.

Relazioni analoghe alle precedenti, ma di minore importanza come elementi di confronto si possono dedurre supponendo invariate le altre tre coppie di grandezze fra le 4 seguenti; diametro delle ruote, velocità angolare, numero delle ruote, velocità massima del vapore nei condotti.

La differenza di pressione tra le due fronti delle ruote motrici dà ancora luogo nelle turbine a reazione ad una spinta assiale cui si deve fare equilibrio sia con cuscinetti a ralle, sia con dischi compensatori, sia infine accoppiando su uno stesso asse due turbine eguali, in cui il vapore si muova in senso opposto (1).

19. *Coppia motrice.* — Indichiamo con w' la velocità assoluta di uscita dal distributore e con w'' quella assoluta di uscita dalla ruota motrice, con α' ed α'' gli angoli che esse formano con la velocità di trascinamento a delle palette, con P il peso di vapore che attraversa la ruota nell'unità di tempo, con r il raggio medio della corona di palette, con C la coppia motrice (fig. 12).

Ammettendo per approssimazione che tutti i filetti fluidi si trovino nelle stesse condizioni, e applicando il principio delle quantità di moto si ha

$$C = r \frac{P}{g} (w' \cos \alpha' - w'' \cos \alpha'') \qquad [12]$$

Se la turbina è multipla, la coppia totale risulta dalla somma di altrettanti termini come il precedente.

In ogni caso può poi essere espressa la coppia C anche applicando il principio della conservazione dell'energia. Infatti, se λ_i è il calore del vapore allo stato iniziale e λ_f quello allo stato finale, trascurando le dispersioni di calore verso l'esterno e la grandezza dell'energia cinetica del vapore all'entrata e all'uscita della turbina, risulta che la quantità di calore $\lambda_i - \lambda_f$ deve essere stata tutta trasformata in lavoro. Allora, se ω è la velocità angolare dei condotti mobili, si ha

$$\omega C = E (\lambda_i - \lambda_f) P \qquad [13]$$

20. *Relazioni fra le velocità.* — Indichiamo con u' ed u'' le velocità relative di entrata e di uscita e con β' e β'' gli angoli ch'esse formano con la velocità di trascinamento a. Le relazioni tra angoli e velocità all'entrata e all'uscita sono rappresentate graficamente da due triangoli (fig. 12) dai quali si possono ricavare le relazioni analitiche corrispondenti.

La relazione tra la velocità relativa di entrata u' e quella di uscita u'' è data dalla equazione del moto e può prendere per le turbine ad azione, la stessa forma della [11]

$$u'' = \theta u' \qquad [14]$$

e, per le turbine a reazione, la stessa forma della [6]

$$\frac{u''^2}{2g} = \frac{u'^2}{2g} + E (\lambda' - \lambda'') \qquad [15]$$

(1) Nelle turbine marine la spinta assiale dell'elica equilibra in massima parte quella della turbina.

Nelle turbine radiali, anche il lavoro della forza centrifuga $\frac{r\,\omega^2}{g}$, che è misurato da

$$\int_{r'}^{r''} \frac{\omega^2 r}{g} dr = \frac{\omega^2}{2g} (r''^2 - r'^2) = \frac{a''^2 - a'^2}{2g}$$

induce una variazione di energia cinetica. Questa è per lo più trascurabile per la piccolezza della dimensione radiale $r' - r''$ delle palette rispetto al raggio medio r. Volendo tenerne conto le equazioni precedenti divengono

$$\frac{u''^2}{2g} = \Theta^2 \frac{u'^2}{2g} + \frac{a''^2 - a'^2}{2g} \qquad [14 \text{ bis}]$$

$$\frac{u''^2}{2g} = \frac{u'^2}{2g} + \mathrm{E}\,(\lambda' - \lambda'') + \frac{a''^2 - a'^2}{2g} \qquad [15 \text{ bis}]$$

21. *Elementi della coppia motrice.* — Da quanto precede risulta che, determinati lo stato iniziale del vapore, la pressione di scarico e la portata P; la coppia motrice è funzione della velocità assoluta di entrata w' (e quindi del grado di reazione ε), della velocità di trascinamento a, degli angoli α' e β'' e dei coefficienti di attrito. La discussione analitica o grafica di questa funzione non può svolgersi in modo generale a cagione della sua complessità. Ne segue che la teoria non può, al suo stato attuale, indicare il modo più conveniente di assegnare i valori delle molte variabili indipendenti, e ch' essi devono invece in gran parte essere richiesti all' esperienza. Ciò spiega la molteplicità delle disposizioni ideate per utilizzare l' energia cinetica del vapore, anche fra identiche condizioni estreme, e la conseguente varietà dei tipi di turbine.

22. *Fughe di vapore.* — Nell'espressione della coppia motrice non si è tenuto conto finora di due fenomeni che su di essa possono influire sensibilmente, cioè delle fughe di vapore e dell'attrito fra ruote e vapore.

Le fughe di vapore assumono importanza non trascurabile solo quando gli spazii, che si offrono al passaggio del vapore, mettono in comunicazione ambienti a pressione diversa. Esse si verificano pertanto sempre parallelamente alle ruote distributrici, là dove queste devono essere attraversate liberamente dall' asse motore; e a parità di giuoco m tra asse e organo distributore, le fughe sono tanto maggiori quanto maggiore è il diametro dell' asse. Le massime fughe si hanno perciò nei tipi (fig. 13) in cui le palette motrici sono fissate a un tamburo e le ruote distributrici costituite dalla sola corona di palette. Quando invece l' asse porta delle ruote motrici distinte e le ruote distributrici hanno forma di dischi (turbine *multicellulari* fig. 14), si ha una perdita per attrito delle ruote sul vapore ed una maggiore complicazione costruttiva, ma le fughe sono assai meno

abbondanti (1). L'attrito è ancora maggiore, ma le fughe sono pressochè nulle, quando l'attraversamento dell'asse nella ruota distributrice non è libero ma a sfregamento.

Nelle turbine a reazione si verificano fughe di vapore, analoghe a quelle ora considerate per le ruote distributrici, anche nel giuoco n (fig. 13) fra le palette motrici e la cassa.

Indichiamo con ξ P la parte della portata di vapore P, che in una turbina elementare sfugge agli organi di utilizzazione. Per calcolare in questo caso la coppia motrice si può ancora applicare la [12], ma nel valutare poi il consumo di tale turbina si dovrà aumentarlo in ragione $\frac{1}{1-\xi}$. Per applicare invece la [13] bisogna calcolare separatamente il calore finale λ'_f di quella parte di vapore che attraversa gli organi di utilizzazione, e quello λ''_f della parte di vapore che ad essi sfugge. Il calore finale λ_f da introdurre nella [13] è allora

$$\lambda_f = (1-\xi)\,\lambda'_f + \xi\,\lambda''_f \qquad [16]$$

Se per il vapore che attraversa le fughe si ammette che l'espansione sia adiabatica e che l'energia cinetica finale sia trascurabile, risulta $\lambda''_f = \lambda_i$. Ne segue che il salto di calore utilizzato è

$$\lambda_i - \lambda_f = (1-\xi)\,(\lambda_i - \lambda'_f)$$

e la quantità di calore, che per effetto delle fughe non viene utilizzata, è dunque proporzionale a ξ. Essa non va completamente perduta tranne che per l'ultima ruota; per ciascuna delle altre essa è in parte utilizzata nelle ruote successive.

Il valore di ξ in funzione dell'ampiezza dei giuochi deve essere richiesto all'esperienza; esso è di circa 0,05 quando il rapporto tra la larghezza del giuoco e la lunghezza delle palette è $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{50}$: nè conviene oltrepassare questi ultimi valori.

(Continua). Ing. GIAN CARLO VALLAURI.

---

(1) Le fughe sono molto ridotte quando con risalti e corrispondenti scanalature è reso più tortuoso il cammino del vapore attraverso il giuoco m. Questo sistema è anche spesso adoperato nelle *scatole di tenuta*, attraverso le quali l'asse esce dalla cassa della turbina.

LA FORMULA DI SIMPSON

RICAVATA DALLA FORMULA D' INTERPOLAZIONE DI NEWTON.

La formula d' interpolazione di Newton:

$$y = y_0 + \frac{u}{h} \Delta y_0 + \frac{u(u-h)}{\underline{|2} h^2} \Delta^2 y_0 + \frac{u(u-h)(u-2h)}{\underline{|3} h^3} \Delta^3 y_0 + \dots\dots$$

$$\dots\dots\dots + \frac{u(u-h)(u-2h)\dots\{u-(n-1)h\}}{\underline{|n} h^n} \Delta^n y_0$$

dà l'equazione della linea di n^0 ordine, individuata da $(n+1)$ punti, dati mediante le loro coordinate, equidistanti di h, a partire dal punto di coordinate (x_0, y_0), e dove è:

$$u = x - x_0 \qquad x_1 - x_0 = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \dots\dots\dots = x_n - x_{n-1} = h$$

e:

$$\Delta y_0 \qquad \Delta^2 y_0 \qquad \Delta^3 y_0 \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad \Delta^n y_0$$

sono le differenze prime, seconde, terze, ... ennesime delle ordinate dei punti dati.

Si tratta, da questa formula, di dedurre quella di Simpson, che dà l'area compresa fra una linea piana, l'asse delle ascisse e le due ordinate estreme y_0 e y_{2n}, cioè:

$$S = \frac{1}{3} h \left[y_0 + y_{2n} + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{2n-2}) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{2n-1})\right].$$

La formula di Simpson si ricava partendo dal principio di far passare una parabola di 2.° ordine per tre punti noti mediante le loro coordinate, e calcolare l' area compresa fra il segmento parabolico, le due ordinate estreme, corrispondenti agli estremi del segmento parabolico fissato, e l'asse delle x.

Ora, per trovare l'equazione della parabola passante per tre punti noti mediante le loro coordinate, può servire la formula d' interpolazione di

Newton. In questo caso speciale, essendo (x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2) le coordinate dei tre punti, e supposto sempre che sia:

$$u = x - x_0 \qquad\qquad x_1 - x_0 = x_2 - x_1 = h$$

l'equazione della parabola sarà data da:

$$y = y_0 + \frac{x - x_0}{h} \Delta y_0 + \frac{(x - x_0)(x - x_0 - h)}{2 h^2} \Delta^2 y_0. \tag{1}$$

Occorre arrestarsi al terzo termine del 2.° membro, poichè non si possono formare le differenze successive $\Delta^3 y_0$, $\Delta^4 y_0$, ecc., essendo soltanto tre le ordinate, ed avendosi perciò:

$$\begin{array}{lll} y_0 & \Delta y_0 = y_1 - y_0 & \Delta^2 y_0 = \Delta y_1 - \Delta y_0 = y_2 - 2 y_1 + y_0. \\ y_1 & \Delta y_1 = y_2 - y_1 & \\ y_2 & & \end{array}$$

Sviluppando la (1) si ha:

$$y = y_0 + \frac{x}{h} \Delta y_0 - \frac{x_0}{h} \Delta y_0 + \frac{x^2}{2 h^2} \Delta^2 y_0 + \frac{x^2_0}{2 h^2} \Delta^2 y_0 -$$

$$- \frac{x x_0}{h^2} \Delta^2 y_0 - \frac{x}{2 h} \Delta^2 y_0 + \frac{x_0}{2 h} \Delta^2 y_0.$$

Semplificando e ordinando secondo le potenze decrescenti di x, si ha:

$$y = \frac{1}{2 h^2} . \Delta^2 y_0 . x^2 + \left(\frac{1}{h} . \Delta y_0 - \frac{x_0}{h^2} . \Delta^2 y_0 - \frac{1}{2 h} . \Delta^2 y_0 \right) x + y_0 -$$

$$- \frac{x_0}{h} . \Delta y_0 + \frac{x_0^2}{2 h^2} . \Delta^2 y_0 + \frac{x_0}{2 h} . \Delta^2 y^0. \tag{2}$$

Questa è l'equazione della parabola di 2.° ordine, passante pei punti dati, del tipo generale:

$$y = a x^2 + b x + c.$$

La derivata dell'area rispetto alla variabile indipendente x, è:

$$\frac{d\,S}{d\,x} = y$$

dalla quale:

$$S = \int y . d\,x.$$

In questo caso speciale, volendo l'area compresa fra il segmento parabolico, i cui estremi sono i punti di coordinate (x_0, y_0) e $(x_0 + 2 h, y_2)$, le

due ordinate estreme corrispondenti e l'asse delle x, basta estendere l'integrazione dal limite x_0, al limite $x_0 + 2h$, cioè calcolare l'integrale definito:

$$S = \int_{x_0}^{x_0+2h} y \,.\, dx.$$

Sostituendo il valore di y dato dalla (2), e calcolando dapprima l'integrale indefinito, si ha:

$$\int y\,.\,dx = \int \Big[\frac{1}{2h^2} . \Delta^2 y_0 . x^2 + \left(\frac{1}{h} . \Delta y_0 - \frac{x_0}{h^2} . \Delta^2 y_0 - \frac{1}{2h} \Delta^2 y_0 \right) x +$$

$$+ y_0 - \frac{x_0}{h} \Delta y_0 + \frac{x_0^2}{2h^2} \Delta^2 y_0 + \frac{x_0}{2h} \Delta^2 y_0 \Big] dx = \frac{1}{2h^2} \Delta^2 y_0 \int x^2\, dx +$$

$$+ \left(\frac{1}{h} \Delta y_0 - \frac{x_0}{h^2} \Delta^2 y_0 - \frac{1}{2h} \Delta^2 y_0 \right) \int x\, dx + \left(y_0 - \frac{x_0}{h} \Delta y_0 + \frac{x_0^2}{2h^2} \Delta^2 y_0 + \right.$$

$$\left. + \frac{x_0}{2h} \Delta^2 y_0 \right) \int dx = \frac{1}{6h^2} \Delta^2 y_0 . x^3 + \left(\frac{1}{h} \Delta y_0 - \frac{x_0}{h^2} \Delta^2 y_0 - \frac{1}{2h} \Delta^2 y_0 \right) \frac{1}{2} x^2 +$$

$$+ \left(y^0 - \frac{x_0}{h} \Delta y_0 + \frac{x_0^2}{2h^2} \Delta^2 y_0 + \frac{x_0}{2h} \Delta^2 y_0 \right) x + C.$$

Estendendo ora il risultato da x_0 a $x_0 + 2h$, la costante C scompare, e si ha:

$$\int_{x_0}^{x_0+2h} y\,.\,dx = \frac{1}{6h^2} \Delta^2 y_0 \left\{ (x_0 + 2h)^3 - x_0^3 \right\} + \left(\frac{1}{h} \Delta y_0 - \frac{x}{h^2} \Delta^2 y_0 - \right.$$

$$\left. \frac{1}{2h} \Delta^2 y_0 \right) \frac{(x_0 + 2h)^2 - x_0}{2} + \left(y_0 - \frac{x_0}{h} \Delta y_0 + \frac{x_0}{2h^2} \Delta^2 y_0 + \frac{x_0}{2h} \Delta^2 y_0 \right) 2h =$$

$$= \frac{1}{6h^2} \Delta^2 y_0 (6x_0^2 h + 12 x_0 h^2 + 8h^3) + \left(\frac{1}{h} \Delta y_0 - \frac{x_0}{h^2} \Delta^2 y_0 - \frac{1}{2h} \Delta^2 y_0 \right)$$

$$(2x_0 h + 2h^2) + 2h y_0 - 2x_0 \Delta y_0 + \frac{x_0^2}{h} \Delta^2 y_0 + x_0 \Delta^2 y_0 = \frac{x_0}{h} \Delta^2 y_0 +$$

$$+ 2x_0 \Delta^2 y_0 + \frac{4}{3} h \Delta^2 y_0 + 2x_0 \Delta y_0 + 2h \Delta y_0 - \frac{2x_0^2}{h} \Delta^2 y_0 - 2x_0 \Delta^2 y_0 -$$

$$- x_0 \Delta^2 y_0 - h \Delta^2 y_0 + 2h y_0 - 2x_0 \Delta y_0 + \frac{x_0^2}{h} \Delta^2 y_0 + x_0 \Delta^2 y_0 =$$

$$= \frac{4}{3} h \Delta^2 y_0 + 2h \Delta y_0 - h \Delta^2 y_0 + 2h y_0,$$

e raccogliendo il fattore $\frac{1}{3} h$, e riducendo, si ha:

$$\int_{x_0}^{x_0+2h} y\,.\,dx = \frac{1}{3} h (6y_0 + 6\Delta y_0 + \Delta^2 y_0).$$

Sostituendo a Δy_0 e $\Delta^2 y_0$ i loro rispettivi valori, si ha:

$$S_{0,2} = \int_{x_0}^{x_0+2h} y \, . \, dx = \frac{1}{3} h \, (y_0 + 4 y_1 + y_2)$$

che esprime l'area compresa fra l'arco parabolico, individuato dai tre punti di coordinate (x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), le ordinate estreme y_0 e y_2 e l'asse delle x.

Analogamente, per l'area compresa fra l'arco parabolico, individuato dai tre punti di coordinate (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4), le ordinate estreme y_2 e y_4 e l'asse delle x, si avrebbe:

$$S_{2,4} = \int_{x_0+2h}^{x_0+4h} y \, . \, dx = \frac{1}{3} h \, (y_2 + 4 y_3 + y_4)$$

e così di seguito.

Sommando tutte queste aree parziali, si ottiene l'area compresa fra la linea data, le due ordinate estreme e l'asse delle x, cioè la relazione:

$$S = \frac{1}{3} h \Big[y_0 + y_{2n} + 2 \, (y_2 + y_4 + y_6 + \ldots\ldots + y_{2n-2} + \\ + 4 \, (y_1 + y_3 + y_5 + \ldots\ldots\ldots + y_{2n-1}) \Big]$$

che è precisamente la formola di Simpson, che si voleva ricavare.

Ing. SALVATORE SPERA.

SULLA RESISTENZA DELLE LAMIERE ONDULATE.

Valendosi d'una ipotesi, che si presenta spontanea, sulla forma delle ondulazioni, è possibile ottenere un'espressione molto semplice per il modulo di flessione delle lamiere ondulate.

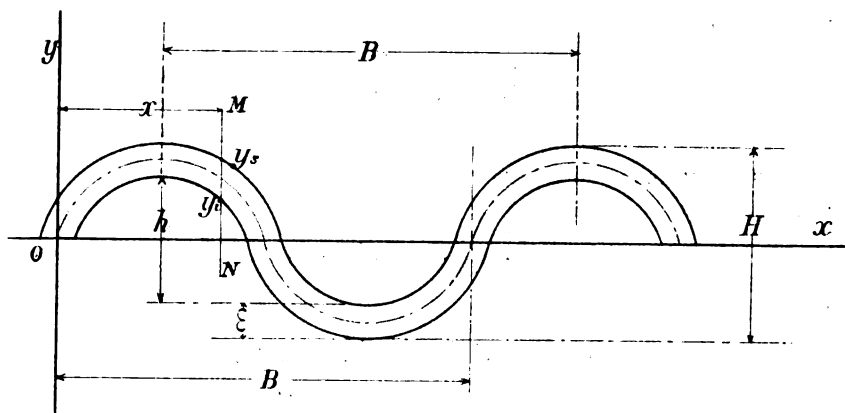
Supporremo perciò che la linea media d'una sezione normale sia una sinusoide data dall'equazione

$$y = \text{A} \sin \omega x, \tag{1}$$

rappresentata in linea punteggiata sulla figura.

Ammetteremo inoltre che le due linee, che limitano la sezione, siano altre due sinusoidi ottenute spostando, superiormente e inferiormente, la linea media di una quantità eguale alla metà dello spessore ε della lamiera, lo spostamento essendo fatto in direzione normale all'asse della sinusoide (1).

Sia B la lunghezza d'una ondulazione (distanza tra due vertici successivi dalla stessa banda) e H l'altezza esterna.

Avendo scelti gli assi coordinati come indica la figura, è chiaro che, perchè

la (1) rappresenti la linea media, bisognerà che i coefficienti A ed ω siano dati da:

$$\text{A} = \frac{\text{H} - \varepsilon}{2}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{\text{B}}$$

e la (1) diviene

$$y = \frac{H - \varepsilon}{2} \sin \frac{2 \pi x}{B}.$$

Ne segue che l'orlo superiore della sezione avrà per equazione

$$y_s = \frac{\varepsilon}{2} + \frac{H - \varepsilon}{2} \sin \frac{2 \pi x}{B},$$

e l'orlo inferiore (2)

$$y_i = -\frac{\varepsilon}{2} + \frac{H - \varepsilon}{2} \sin \frac{2 \pi x}{B}.$$

Il momento d'inerzia d'una ondulazione completa rispetto all'asse delle x, che è l'asse di flessione, sarà

$$i = \iint y^2 \, dx \, dy ,$$

l'integrazione essendo estesa all'area della sezione considerata.

Per fare questa integrazione possiamo immaginare di dare da prima un valore costante alla x, sommando gli elementi che si trovano su una stessa retta M N parallela all'asse delle y e avente x per ascissa: così facendo troveremo

$$dx \int_{y_i}^{y_s} y^2 \, dy = \frac{dx}{3} (y_s^3 - y_i^3) ;$$

e il momento d'inerzia cercato sarà

$$i = \frac{1}{3} \int_0^B (y_s^3 - y_i^3) \, dx ,$$

dove per y_s ed y_i bisognerà introdurre i valori (2).

Ma si ha

$$y_s^3 - y_i^3 = \frac{\varepsilon^3}{4} + \frac{3}{4} \varepsilon (H - \varepsilon)^2 \sin^2 \frac{2 \pi x}{B}$$

e quindi

$$i = \frac{B \varepsilon^3}{12} + \frac{\varepsilon (H - \varepsilon)^2}{4} . \int_0^B \sin^2 \frac{2 \pi x}{B} dx$$

Ed essendo

$$\sin^2 \frac{2 \pi x}{B} = \frac{1}{2} \left(1 - \cos \frac{4 \pi x}{B} \right)$$

sarà

$$\int_0^B \sin^2 \frac{2 \pi x}{B} dx = \frac{B}{2} ;$$

e

$$i = \frac{B\,\varepsilon^3}{12} + \frac{B\,\varepsilon\,(H - \varepsilon)^2}{8}$$

od anche

$$i = \frac{B\,\varepsilon}{4}\left(\frac{5}{6}\,\varepsilon^2 + \frac{H^2}{2} - H\,\varepsilon\right).$$

Nelle lamiere usuali la quantità $\frac{5\,\varepsilon^2}{6}$ è affatto trascurabile rispetto a $\frac{H^2}{2}$ si può dunque scrivere

$$i = \frac{B\,H\,\varepsilon}{8}\,(H - 2\,\varepsilon)\,.$$

La distanza della fibra più affaticata dall'asse neutro è $z = \frac{H}{2}$; il modulo di flessione è quindi

$$\frac{i}{z} = \frac{B\,\varepsilon}{4}\,(H - 2\,\varepsilon)$$

La quantità tra parentesi non è altro che l'altezza ***interna h:*** e si ha infine

$$\frac{i}{z} = \frac{B\,\varepsilon\,h}{4}\,. \tag{3}$$

È chiaro che il valore così ottenuto per $\frac{i}{z}$ è inferiore al vero, perchè l'ipotesi fatta corrisponde ad uno spessore che, salvo ai vertici, è sempre minore di ε. In realtà la lamiera ha uno spessore costante, e dovremo quindi cercare un coefficiente di correzione per tenerne conto.

Perciò valutiamo il peso della lamiera nella nostra ipotesi.

Se p è il peso d'una porzione di lamiera avente l'unità di lunghezza e una larghezza eguale a quella di un'ondulazione, cioè B, sarà, indicando con Δ il peso specifico del metallo

$$p = \Delta \iint dx\,dy\,,$$

ove, come prima, l'integrazione s'intende estesa all'area d'una sezione normale corrispondente ad un'ondulazione.

Sommando da prima gli elementi situati su una stessa ordinata avremo

$$\Delta\,dx \int_{y_i}^{y_s} dy = \Delta\,(y_s - y_i)\,dy$$

e quindi

$$p = \Delta \int_0^B (y_s - y_i)\,dx\,.$$

Ma le (2) danno

$$y_0 - y_1 = \varepsilon$$

dunque

$$p = \Delta\, \mathrm{B}\, \varepsilon. \tag{4}$$

Questa formola dimostra che l'ipotesi fatta equivale ad attribuire alla lamiera ondulata un peso eguale a quello d'una lastra piatta ricoprente la stessa area e avente uno spessore costante ε. In altri termini, l'allungamento dovuto alle ondulazioni sarebbe fatto a spese dello spessore della lastra, lo spessore primitivo non essendo conservato che ai vertici.

Tale risultato suggerisce l'idea che il coefficiente di correzione da attribuire al valore (3) sia semplicemente il rapporto tra il peso reale di lamiera e il corrispondente peso p dato dalla (4). In tale ipotesi, se P è il peso per unità di superficie e n è il numero di ondulazioni nell'unità di lunghezza, il peso reale di una ondulazione corrispondente a p sarà $\frac{\mathrm{P}}{n}$, e il coefficiente di correzione da attribuire alla (3) sarà $\frac{\mathrm{P}}{n\,p}$, i due pesi essendo espressi nelle stesse unità di misura.

Avremo dunque per il valore corretto del modulo di flessione l'espressione

$$\frac{i}{z} = \frac{\mathrm{P}}{n\,p}\,\frac{\mathrm{B}\,\varepsilon\, h}{4}. \tag{5}$$

Se supponiamo che, come si suole, P sia dato in chilogrammi al metro quadrato, allora p dovrà essere espresso in chg.. Δ essendo dato in grammi per centimetro cubo e le dimensioni lineari in millimetri, sarà per un metro di lunghezza

$$p = 100 \times \frac{\mathrm{B}}{10} \times \frac{\varepsilon}{10} \times \frac{\Delta}{1000} \text{ chilogrammi}$$

e quindi

$$\frac{\mathrm{B}\,\varepsilon}{p} = \frac{1000}{\Delta}.$$

Sostituendo nelle (5) avremo

$$n\,\frac{i}{z} = \frac{1000\,\mathrm{P}h}{4\,\Delta}.$$

Prendendo pel ferro il valore $\Delta = 7.8$ gr/cm^3 e notando che $\frac{n\,i}{z}$ è il modulo di flessione per metro lineare, che indicheremo con $\frac{\mathrm{I}}{z}$, si arriva infine alla formola.

$$\frac{\mathrm{I}}{z} = 32\,\mathrm{P}h. \tag{6}$$

Le quantità P ed *h* (altezza interna in millimetri) si rilevano direttamente dai cataloghi usuali, $\frac{J}{z}$ risulta espresso in milimetri cubi.

Per lo zinco, la costante ha il valore 35.

La formola (6) è notevolmente più semplice delle altre formule approssimate che si trovano nei manuali; essa dà dei risultati abbastanza precisi per lamiere a ondulazioni larghe di non grande spessore, per le quali si verifica meglio l'ipotesi, che ha servito di base a questo studio.

Ing. ITALO GALMOZZI.

RICERCHE SULLA RESISTENZA DELL'ARIA[1]

(Vedi tav. 20).

Il problema che riguarda la determinazione della resistenza dell'aria sulle superfici in movimento è della maggiore importanza, ma disgraziatamente i dati trovati finora da parecchi sperimentatori sono così discordi tra loro da non poter ricavare norme sicure per le pratiche e numerose applicazioni, prime tra le quali il calcolo della resistenza dell' aria opposta ai treni in moto a grande velocità.

Le prime ricerche sulla resistenza dell' aria sono dovute a Morin, Thibaut, Huton, Borda, i quali partendo dalla formula $R = KSV^2$ hanno dato pel coefficiente K i valori 100, 116, 112, 96 grammi, essendo S espresso in metri quadrati e V in metri al minuto secondo. Per parecchio tempo non vennero fatte altre esperienze fino al 1888-1890, epoca in cui il Langley, operando su una superficie di un piede quadrato per un lungo percorso, trovò valori compresi tra 83 e 94 grammi.

Nel 1892 i signori Cailletet e Colardeau, operando con cadute verticali dalla Torre Eiffel trovarono per K il valore di 70 grammi, mentre il Faccioli tre anni più tardi riprendendo le esperienze e servendosi di un mulinello trovò 120 grammi e il Colonello Renard 80 grammi.

Come si vede tutti questi risultati sono poco concordanti fra loro. Nel 1898 la « Société d'Encouragement pour l'industrie Nationale » in Francia mise a concorso la *determinazione dei coefficienti necessari al calcolo meccanico di una macchina aerea* concorso al quale furono presentate due memorie, l' una del signor abate Le Dantec che ebbe un premio e la nostra che ebbe una medaglia prima e premi e una medaglia negli anni successivi. Da parecchio tempo mi occupo dell' importante problema e tennì anche recentemente a Parigi parecchie conferenze sull'argomento riferendo i risultati delle mie numerose esperienze sulla resistenza opposta dall'aria ai corpi in movimento, e sull'attrito esercitato dall' aria su questi corpi, e mostrata l' importanza dei risultati ottenuti non solo dal punto di vista dell'aereonautica, ma altresì per quanto con-

(1) Conferenza tenuta al Collegio degli Ingegneri in Milano il 18 Giugno 1906.

cerne le numerose applicazioni industriali, tra cui basterà citare quella della forma esteriore che deve darsi alle automobili e ai treni a grande velocità, pei quali il lavoro consumato dall' attrito dell'aria ha una importanza grandissima.

Mi proposi adunque di calcolare il coefficiente K della formula di Newton; poi avendo nel corso delle mie esperienze riconosciuto che K non è una costante, cercai di determinare la legge di variazione della resistenza totale R in funzione dell'estensione della superficie, dell'angolo formato dalla linea direttrice del movimento coll' orizzontale, e dalla velocità. Non avendo potuto stabilire una legge, cercai di determinare soltanto la variazione riducendo l' attrito dell' aria sulla superficie a un valore tale da poterlo ritenere trascurabile. Non occorre dire che praticamente è impossibile ottenere dei risultati rigorosamente esatti: si possono però realizzare condizioni tali da conseguire valori attendibili.

Il metodo seguito è il medesimo in tutti i casi (1). Si dispone cioè la superficie o il solido da studiarsi sopra un carrello che può muoversi lungo un piano inclinato. Il corpo in prova forma col carrello un insieme il più rigido possibile e si può supporlo ridotto a un punto M a cui sono applicate tre forze, e cioè il peso P del sistema, la reazione R dell'aria, le forze passive dovute all'attrito f del carrello sul piano inclinato e alla resistenza r dell' aria sulle varie parti del sistema, oltre che sul corpo di prova.

Il peso P si decompone in due forze: l' una T non è che la forza motrice del sistema, l'altra N, normale al piano inclinato e che è equilibrata dalla reazione del piano inclinato stesso. Per convenienza di disposizione si può collocare la superficie in modo tale che la reazione R risulta parallela a T. L'effetto dell'attrito su tutto il sistema è pertanto eguale a quello di una forza ritardatrice f costante, che è diretto nel medesimo senso di R e che s'aggiunge ad essa. Se il sistema è abbandonato a sè stesso, R va crescendo rapidamente colla velocità, ed $R + f + r$ raggiunge ben tosto il valore T. A partire da questo momento la velocità si mantiene costante e si ha

$$T = R + f + r$$

T è noto: occorre dunque dalle esperienze ricavare i valori di $f + r$ corrispondenti alle varie velocità. Si può d'altra parte calcolare appros-

(1) Il Faccioli iniziò queste ricerche nel 1895 facendo girare un molinello e trainando una superficie di una vettura.

simativamente il valore di r, cosa molto facile cercando di ridurre f più piccolo che è possibile impiegando convenienti dispositivi. Si ottiene così il valore di R per la velocità considerata.

Queste velocità furono registrate nelle recenti esperienze mediante contatti elettrici egualmente distanziati lungo il piano inclinato. Passando presso ciascun contatto, il carrello fa segnare un punto sopra un nastro di carta che si svolge con moto uniforme e con velocità nota. L'esame di questo nastro permette di conoscere l'istante a partire dal quale la velocità è uniforme, nonchè il valore di questa velocità potendosi con tutta esattezza valutare il ventesimo di secondo.

Secondo questo metodo, adunque, si misura in blocco la resistenza totale R dell'aria sopra un solido di forma qualunque, e approssimativamente la sola resistenza A o forza portante, quando questa superficie si riduce a un piano molto piccolo. Si vede che aumentando P, vale a dire T, mediante sovraccarichi, e diminuendo la superficie, vale a dire R, si aumenta a volontà la velocità. In pratica questo aumento è molto limitato per la necessità di arrestare il carrello all'estremità inferiore del piano inclinato, senza dar luogo a urti molto violenti che comprometterebbero la buona conservazione del carrello stesso. Si sono anche adottati dispositivi speciali per ammortire il colpo, ma per grandi velocità si sono mostrati insufficienti.

Tra le prime esperienze fatte sono degne di particolare menzione quelle eseguite su filo teso al Castello di Brescia. Il piano inclinato era costituito da un filo di ferro ramato, per evitare l'ossidazione e ridurre l'attrito, teso dalla sommità del Castello di Brescia che si trova sopra un dirupo ad un'altezza di m. 80 dal piano sottostante. Il carrello era costituito da un leggiero chassis di tubi di rame, portato da due ruote a sfere, zavorrato da un carico variabile C, e a cui veniva rigidamente fissata la superficie in esame S. Si vede subito che con un piano inclinato così disposto, si dispone da un fattore di più per far variare la velocità: potendo infatti l'angolo compreso tra il piano inclinato e l'orizzontale esser variato entro limiti abbastanza estesi e così pure esser variata la lunghezza del filo da 118 metri a 360.

D'altra parte un filo metallico, per quanto teso esso sia, non realizza un vero piano inclinato: occorre pertanto fare delle correzioni dipendenti dalla freccia d'inflessione assunta dal filo pel proprio peso e dalla freccia addizionale che si ha al passaggio del carello.

Queste esperienze che, per la prima volta vennero fatte nel 1898, 1899, 1900, hanno dato dei risultati curiosi. Così un cerchio della superficie di mq. 0, 0730 in posizione normale al piano inclinato e ad una velocità di 12 metri al secondo, ha dato una resistenza unitaria di

84 grammi, valutando la superficie in metri quadrati e la velocità in metri per secondo; il medesimo cerchio, previamente munito sul davanti di una semisfera convessa non prova che una resistenza unitaria di 21; se poi si munisce la parte posteriore del sistema con un cono portando così la lunghzza totale del solido a cinque volte il suo diametro, si trova una resistenza unitaria di 13. Se si inverte il solido così costituito si trova 18, ciò che dimostra l'influenza maggiore della poppa rispetto a quella della prua. Si osservò inoltre che per un medesimo rettangolo la resistenza è più grande, quando si dispone il lato maggiore orizzontalmente di quella che si trova dipendendo invece orizzontalmente il lato minore, ciò che conferma il fatto che negli uccelli le ali lunghe sono più vantaggiose di quelle corte aventi la medesima superficie.

Infine sperimentando su due cerchi eguali situati parallelamente l'uno dietro l'altro ad una certa distanza, si osservò che il primo cerchio esercita un'azione protettrice sul secondo, purchè la distanza non sia troppo grande. Tale protezione diminuisce allorchè l'intervallo aumenta ed è nulla quando oltrepassa tre volte il diametro del cerchio.

Questi risultati dimostrano assai bene l'influenza della forma e della disposizione sulla resistenza totale, ma non indicano quale sia il valore dell'attrito sulla superficie totale del solido in movimento, e fu pure tentato di mettere in evidenza l'influenza dell'attrito, sperimentando solo sopra superficie piane disposti normalmente al loro piano, alcune essendo piane, lisce, o rugose, altre perforate.

A superfici eguali, cioè deduzione fatta dai vuoti, si trova per la resistenza delle superfici perforate una diminuzione di $^1/_{10}$: per una superficie piana di un traliccio una diminuzione di $^1/_5$; per una tela metallica da staccio fine, una diminuzione del 16 $^0/_0$ circa.

Per quanto concerne l'influenza della ampiezza della superficie, quando si tratti semplicemente di un piano, nessuna legge potè essere concreta benchè questa superficie avesse nelle esperienze variato tra 155 cmq. e mq. 2, 350: le variazioni di superficie erano infatti concomitanti alle variazioni di velocità, e non fu possibile trovare la causa dell'azione perturbatrice; perciò i valori assoluti della resistenza trovati non hanno un grande significato. Ciò non è invece pei valori relativi, dipendenti della forma e della disposizione dei solidi, i quali valori hanno un'importanza grandissima.

Esperienze vennero fatte anche per la determinazione della resistenza per superfici inclinate. Furono a tal'uopo impiegati due quadrati di un metro di lato che potevano essere disposti in un piano piegati in modo da formare un prisma avente una base di m. 0, 30, vale a dire un an-

golo d'incidenza caratterizzato da sen $\alpha = 0,15$. Poichè la diminuzione di quest'angolo tende a far aumentare la velocità, così si cercò di diminuire il più possibile il peso motore facendolo variare da 17 a 11 Kg. circa. Tuttavia la velocità per l'angolo il più piccolo sorpassava ancora i 34 m. al secondo. I risultati ottenuti in queste esperienze sono i meno sicuri: si può tuttavia dire che i valori riferiti alla resistenza offerta dai due quadrati disposti in forma di rettangolo hanno dato una curva perfettamente regolare fino all'angolo caratterizzato da sen $\alpha = 0,15$. Questa curva prolungata non passa per l'origine degli angoli e tale anomalia trova la sua spiegazione nell'attrito dell'aria che corrisponde a sen $\alpha = 0$ e nella resistenza dovuta allo spessore del piano.

Tali furono i risultati delle prime esperienze a complemento delle quali sarebbe stato necessario operare su superfici più estese, facendo variare il meno possibile la velocità. Si rendeva necessaria perciò una grande altezza di caduta e una grande lunghezza di corsa, onde essea sicuro che almeno l'ultimo tratto fosse percorso con velocità uniforme. Dopo numerose ricerche e tentativi un filo di 760 metri di lunghezza venne teso in una sola tesata sul dorso d'un monte molto ripido e scosceso, che sovrasta la città e il lago di Como e alla cui sommità trovasi Brunate. Questa località è congiunta a Como con una funicolare che finì per diventare la sede stessa delle esperienze allorchè il filo teso venne una notte rubato, come era stato rubato quello di Brescia ed altri. Occorse però rinnovare tutti gli apparecchi già preparati.

La funicolare Como-Brunate ha una lunghezza di 1075 metri, con un dislivello totale di m. 692. 36. Non fu possibile utilizzare tutta questa lunghezza, perchè la via che è a semplice binario, presenta uno scambio verso la metà del percorso. Si dispose dunque l'arrivo immediatamente vicino a detto scambio utilizzando la parte superiore della funicolare la quale per i primi 285 metri a partire dallo scambio ha una pendenza del 55, 1 $^0/_0$ per 125 del 54 $^0/_0$ e per gli ultimi 75 del 52, 20 $^0/_0$.

Le prime esperienze vennero fatte su questo trattato utilizzando una parte della pendenza superiore unicamente per imprimere la velocità uniforme al carrello: in seguito si utilizzò al medesimo scopo la parte superiore in pendenze del 54 $^0/_0$ allorchè gli esperimenti si fecero sulla pendenza del 55, 10 $^0/_0$, trasportando la stazione d'arrivo immediatamente alla fine della lunga pendenza.

Tutti gli apparecchi registratori furono posti in una cabina speciale ove venne pure collocato il telefono di comunicazione col posto di partenza, il barometro, i segnali, ecc. Il carrello era un chassis a quattro

ruote, formato con materiale da biciclette, e portava grossi bastoni di bambu che servivano a sostenere un grande riquadro ricoperto di tela misurante 8 mq. e che poteva essere ridotto a 2 mq. circa. Non si ommise di fare le opportune correzioni di pressione barometrica, giacchè le esperienze vennero compiute in una zona posta ad oltre 500 metri di altitudine.

Malgrado le cure estreme poste nel misurare la superficie, il peso, i tempi, si riscontrarono nondimeno delle anomalie tra le esperienze le più confrontabili e anche nel corso di una stessa esperienza. Essendo i contatti elettrici posti a 25 metri l'uno dall'altro, a regime stabilito, si sarebbero dovuti trovare tempi identici, invece si riscontrarono differenze di $^1/_{10}$ e $^2/_{10}$ di secondo, differenze che vennero dapprima attribuite al profilo della linea. Ma quando venne spostata la stazione d'arrivo si constatò pure lo spostamento della zona di velocità maggiore. I movimenti uniformi sono molto lenti a stabilirsi, e in ogni modo essi non si determinano con precisione matematica, ma dopo una serie di oscillazione della velocita intorno a un valore medio.

L'attrito del carrello fu determinato da parecchie esperienze preliminari e controllato alla fine del periodo degli esperimenti.

La resistenza dell'aria come è noto, è una funzione della velocità e della superficie, e si è sempre scritta la relaoione sotto la forma.

$$R = K S V^2$$

in modo che variando V le altre variazioni dipendono da S: in realtà si dovrebbe scrivere:

$$R = f\,(V\,S)$$

e cercare la funzione. Ma per far ciò occorrerebbe un gran numero di esperienze, in cui S e V variassero entro limiti molto estesi. In più di cento esperienze fatte a Brescia si potè variare V da 4 a 34 metri per secondo, e S da 700 a 23500 centimetri quadrati, ma ciò nonostante queste variazioni non poterono essere coordinate nel modo che sarebbe stato desiderabile. Non si può imprimere alle grandi superfici che una velocità limitata, in causa del peso mobile sempre considerevole e non si può raggiungere colle piccole superfici che un minimo di velocità data per un minimo di peso. Nelle esperienze di Brunate le variazioni dovettero essere relativamente minori, giacchè come superficie non si andò al disotto di due metri q. nè al disopra degli otto: la velocità minima era data dal peso proprio del carrello e dalla velatura, e questo minimo fu di circa 5 metri al secondo.

Nel diagramma quì allegato sono dati i risultati dettagliati dalle esperienze; ma per cercare la funzione, si portò il numero di R come ordinate, le ascisse essendo date dalle velocità comprese tra 5 e 14,26 metri. Facendo passare una branca d'iperbole equilaterale pei valori di K si trova che ne esiste una che sembra soddisfare meglio di tutte, giacchè ogni variazione nell'uno dei due termini delle costanti fa scartare notevolmente la curva dalla media dei valori.

Il valore corrispondente della resistenza si è trovato espresso dalla relazione

$$R = 0,03\ V^2 + 0,4\ V$$

onde

$$K = 0,03 + \frac{0,4}{V}$$

La curva rappresentativa di K è un'iperbole avente per asintoti l'asse degli y per $V = 0$ e una retta parallela agli x per $V = \infty$ per la quale $y = 0,03$.

Colla correzione della pressione nella misura del 8 % il valore della resistenza diventa

$$R = 0,0324\ V^2 + 0,432\ V$$

parabola tangente sulla retta $y = 0,4\ V$ e di cui l'asse è perpendicolare a detta retta.

Come si vede K deve andar diminuendo colla velocità, giacchè perchè K fosse costante bisognerebbe che la resistenza aumentasse col quadrato della velocità, mentre qnesta resistenza aumenta secondo una legge ove intervengono contemporaneamente la prima e la seconda potenza. La forma binoniale della resistenza colla prima e seconda potenza di V è quella che si trova generalmente per tutte le resistenze e tutti gli attriti. È a questo errore l'aver ammesso cioè sin qui la proporzionalità della resistenza dell'aria al quatrato della velocità, che si deve attribuire la maggior parte delle divergenze segnalate tra i risultatti ottenuti da diversi esperimentatori, senza ch' essi si accorgessero che questo principio ipotetico di proporzionalità era errato.

Il Finzi, riferendo le sue esperienze fatte con un manometro differenziale applicato a delle superfici e a dei solidi di piccole dimensioni ruotanti intorno ad un maneggio, rigettò la vecchia formola, senza però proporne altre. Dette esperienze hanno dato il valore relativo esatto della resistenza in ciascun punto, e si potè rappresentare l'insieme con una curva delle pressioni, ma l'autore non si occupò di integrare tale curva,

e il valore di K che si impiegò finora è una specie di ordinata media divisa per V^2.

Le nostre ricerche si svolsero invece allo scopo di cercare gli elementi per questa integrazione, almeno entro i limiti di velocità compresi tra 5 e 15 metri, colla probabilità di sorpassare quest' ultimo valore migliorando i mezzi di arresto del carrello, Già a Brescia l'arresto funzionava bene, ma due erano i carrelli disponibili, dei quali uno era sempre in riparazione, e i tubi in ottone di cui erano costituiti subirono un gran numero di raddrizzamenti. Il carrello adoperato a Brunate essendo composto di materiale d'acciaio, mal si prestava a riparazioni di tal genere e bisognò andar cauti e accontentarsi di velocità che non oltrepassassero un certo limite.

Per quanto riguarda le volocità piccole si è già detto che è impossibile andar oltre un certo limite minimo senza che il movimento perda di uniformità. Al disotto di 5 metri, nelle esperienze di Brunate non si potè andare, giacchè avrebbe bastato la minima variazione del profilo della via o qualche altra insensibile causa di perturbazione per alterare il movimento. Si ebbe pertanto un valido sussidio nei dati forniti dalle esperienze del 1898 fatte da Le Dantec, in cui venneno determinati alcuni valori della resistenza per velocità comprese tra 0 e 5 m.

Il valore trovato per la velocità di 1 metro sia per la resistenza che per il valore di K (= 81 gr.) dà un punto di curva molto al disopra della funzione dianzi occennata, ciò che suppone un cambiamento di curvatura per raccordare le due branche; il punto d'inflessione fu determinato dall'analisi del valore di K. Infatti per la funzione sperimentale

$$K = \frac{a}{V} + b$$

K tende all'infinito per $V = 0$, mentre in realtà K è nullo per questo valore e deve passare pel valore di 81 gr. pel valore di $V = 1$. Occorre adunque che K passi per un massimo che si crede corrispondente al valore di $V = 4$ m. che darebbe a K il valore 102 a 760 mm.

Il valore di K è come una derivata dalla resistenza. Questo massimo corrisponde a un punto d'inflessione della curva della resistenza, a un cambiamento di direzione, o piuttosto a un raccordo, senza che per questo la resistenza che può essere fissata solo da esperienze, abbia bisogno d'esser molto differente dalla legge stabilita più sopra: al contrario, verso i 4 metri di velocità i due valori sono molto vicini. — Sarebbe stato interessante ottenere i risultati con velocità di due o tre metri, ma a tale scopo sarebbe stato necessario aumentare notevol-

mente le dimensioni della superficie, cosa che nelle esperienze di Brunate non fu possibile fare, causa la presenza di numerosi ostacoli della via funicolare.

Il valore di 130 gr. è anche dato dal calcolo, quando si scrive che la quantità di movimento m V è eguale all'impulsione della forza F durante l'unità di tempo $t = 1$. Onde si ha

$$F = m V$$

se d è la densità dell'aria, si ha d'altra parte

$$m = \frac{S V d}{g}$$

onde

$$F = \frac{S V^2 d}{g}$$

e prendendo le densità dell'aria a 0°

$$F = 0,0135 \, S V^2$$

quindi per S = 1, V = 1 si avrà:

$$F = 0,135$$

Il Loessel indica delle riduzioni di 0,80 per il cerchio, 0,92 per il quadrato, 0,93 pel rettangolo (1). Le esperienze del Finzi mostrano che per una superficie sferica si ha una pressione positiva su $^3/_4$ circa della superficie totale e negativa sulla periferia.

Nelle nostre esperienze abbiamo trovato che, la presenza d'una poppa è utile e che non occorre affatto che essa sia molto affilata, bastando all'uopo una semisfera seguita da un cono. La marcià colla punta in avanti dà una resistenza maggiore, perchè si ha la difficoltà di mantenere il solido esattamente nel senso del movimento, mentre col corpo sferico rivolto in avanti la direzione viene mantenuta molto facilmente perchè il centro di questo si trova naturalmente portato avanti.

Ing. Cosimo Canovetti.

---

(1) Quando per errore o per abitudine si scrive $2g$ al denominatore occorre moltiplicare per 2 anche i coefficienti di riduzione del Loessel e allora si hanno dei valori circa 1,8 che nulla dicono, nulla rappresentano se non la correzione di un errore con un altro errore.

L'ESERCIZIO FERROVIARIO IN ITALIA[1]

Nei suoi rapporti con l'economia del paese

E LA SCIENZA DEI TRASPORTI

(Continuazione vedi pag. 164).

***

Altra conseguenza della preoccupazione dell'economia che affligge il trasporto delle merci, è l'utilizzazione della forza di trazione e la diminuzione del peso morto. Per raggiungere l'utilizzazione della forza di trazione, si sono istituiti i treni omnibus e misti, che, dovendo trasportare contemporaneamente viaggiatori e merci, non servono nè a quelli, nè a queste.

Nè meno deplorevole è la preoccupazione di diminuire il peso morto; pur di poter riempire i carri, si lasciano le merci nelle stazioni o nei vagoni per giorni interi, senza badare che le perdite derivanti all'esercizio sono enormemente maggiori di quelle che si vogliono evitare.

E, nel fatto, non si raggiunge, nè è possibile raggiungere, lo scopo dell'ecoeomia; poichè questa non è il risultato di uno o due elementi del grave problema ferroviario, ma deriva dal complesso di tante diverse ed opposte esigenze che bisogna coordinare ed organizzare, non già considerare ciascuna isolatamente e con criteri assoluti.

È così che, mentre l'ingombro dei vagoni, delle linee e delle stazioni è un inconveniente che un razionale servizio ferroviario ha il dovere di evitare, innanzi tutto per avere libertà e prontezza di movimenti, da noi è considerato come mezzo economico per utilizzare la forza di trazione e diminuire il peso morto.

L'utilizzazione della forza di trazione e la diminuzione del peso morto sono elementi essenziali di un buon esercizio; ma la difficoltà sta appunto nel non perdere di vista lo scopo stesso del trasporto ferroviario, che è la rapidità e la prontezza dei movimenti;

(1) Conferenza tenuta al Collegio degli Ingegneri di Milano il 20 giugno 1907.

poichè, se, per raggiungere l'utilizzazione della forza di trazione e la diminuzione del peso morto, si deve ostacolare il pronto e rapido movimento della merce fino al punto di adottare un servizio che, per comodità e velocità, è al di sotto di quello degli antichi trasporti, è ovvio che annulliamo completamente tutta la potenzialità, tutti i vantaggi del meraviglioso meccanismo ferroviario.

Non è quindi a meravigliarsi se, con questi criteri e pregiudizi, si ha lo strano risultato di un esercizio ferroviario impotente a far fronte alle esigenze del traffico, che pure, malgrado il suo incremento, si mantiene in proporzioni inferiori alla potenzialità del paese.

***

Non si pecca adunque di esagerazione se si afferma che il nostro esercizio ferroviario non risponde in alcun modo ai bisogni del nostro traffico; e tale affermazione viene pienamente confermata paragonandone gli effetti a quello degli altri paesi.

Siamo d'accordo che le statistiche hanno un'importanza abbastanza relativa, poichè essendo esse redatte con metodi e criteri spesso molto diversi, debbono offrire risultati sui quali sarebbe errore fondarsi in modo assoluto.

Ma è indubitato che gli elementi delle statistiche hanno un' importanza tale che nessun ragionamento potrebbe uguagliare, quando non escono dai limiti di una semplice constatazione di fatti,

Or se noi osserviamo che, in base a tali cifre, l'Italia si trova sempre in condizioni d'inferiorità, sarebbe assai strano rifugiarsi dietro la facile scusa che le statistiche non hanno un gran valore. Quei risultati impongono, per lo meno, il dovere di studiarne le conseguenze, le quali messe in rapporto con i risultati disastrosi del nostro esercizio ferroviario, ci dimostrano l'obbligo, la necessità di ricercarne e studiarne le cause.

In base a statistiche nostre e straniere pubblicate nel mio lavoro sulle ferrovie (1) e riguardanti gli anni 1898 e 1899 abbiamo i seguenti risultati:

Senza entrare in minuti particolari, basta rilevare che, per quanto riguarda il lavoro utile dell'esercizio, la rete italiana di 12 mila chilometri trasporta 19 milioni di tonnellate, la rete della Germania, di 42 mila chilometri ne trasporta 281 milioni: le reti italiane offrono 2 miliardi e 280 milioni di tonnellate-chilometro; in propor-

(1) Vedi Op. citata, vol. III, pag. 192 e seguenti.

zione le germaniche dovrebbero offrire 8 miliardi, e ne offrono invece 30.

Così per la Francia: essa trasporta 141 milioni di tonnellate, mentre, secondo le proporzioni ottenute in Italia, dovrebbe trasportarne meno di 60 milioni; le tonnellate-chilometro, in Francia, sorpassano i 15 miliardi, mentre, seguendo le proporzioni delle reti italiane, non dovrebbero raggiungerne neanche la metà.

La Svizzera trasporta circa 14 milioni di tonnellate, cioè più del doppio di quello che risulterebbero con le proporzioni del traffico in Italia.

In quanto al movimento dei viaggiatori, eccettuata la Russia europea, che offre meno di un viaggio per ogni abitante, tutti gli altri paesi hanno proporzioni superiori all'Italia: da un minimo di 3,53 offerto dall'Ungheria, si sale ad un massimo di 27,40 in Inghilterra. L'Italia raggiunge appena la proporzione di 1,82; e cioè mentre l'Inghilterra offre annualmente 27 viaggi per abitante, la Svizzera 20, la Prussia 17, la Francia 9, l'Italia discende a 1,82, occupando l'ultimo posto, ed assai lontano, da quello che lo precede.

In conseguenza i prodotti lordi delle ferrovie italiane debbono risultare i più scarsi.

La Germania, l'Austria, il Belgio hanno prodotti chilometrici di 50 mila lire, la Francia di 35 mila, i Paesi Bassi fra le 24 e le 28 mila lire; le nostre reti negli anni 1898-1899 non hanno raggiunto in media le 20 000; e se oggi questa proporzione si è elevata, è sempre molto al di sotto di quella che dobbiamo attenderci dal paese, quando avremo modificato il nostro esercizio ed avremo migliorato in conseguenza il nostro meccanismo ferroviario, poichè con l'esercizio ereditato e con la deficienza del meccanismo non è da sperare un maggior prodotto.

Io fin dal 1897 prevedevo quanto si è verificato in questi due ultimi anni, che, cioè, la maggior vita del paese dovesse paralizzare l'esercizio ferroviario, infatti mi esprimevo in questi termini:

« Quando si osserva che appena alla ferrovia affluisca un movi-
» mento maggiore dell'ordinario, che pure è tanto modesto, il ser-
» vizio resta paralizzato, si deve dedurre che, dato il nostro ordi-
» namento ferroviario, non dobbiamo augurarci un maggior movi-
» mento, poichè questo sarebbe soffocato e produrrebbe più danno
» che bene al paese ed alle stesse ferrovie (1) ».

E come qualsiasi azienda industriale mal condotta riesce sover-

(1) Opero citata, vol. II, pag 51.

chiamente onerosa, il nostro esercizio è eccessivamente costoso. Infatti, il rapporto fra le spese e i prodotti, cioè il coefficiente medio d'esercizio delle nostre ferrovie, in base alle statistiche anzidette, nel 1901 è risultato del 77 %, superiore di gran lunga ai coefficienti offerti da tutte le nazioni europee, meno dalle ferrovie di Stato della Sassonia e di Baden.

Nè è il caso di spiegare tale elevato coefficiente con una tariffa mite, poichè quella dell'Italia è la più gravosa di tutte.

Oggi, per i viaggiatori, le tariffe differenziali hanno migliorato tali condizioni, ma soltanto per le grandi distanze, le quali rappresentano una percentuale limitatissima nel numero dei viaggi.

Per le merci le tariffe sono sempre gravose: soltanto la Germania, la Francia, l'Austria e la Svizzera presentano alcune tariffe più alte, ma per determinati prodotti, cioè vini comuni, farine, formaggi, sodi, olî, legumi, verdura, canapa, uova, prodotti dei quali l'Italia è esportatrice nei loro mercati, di talchè questa maggiore tariffa non rappresenta una gravezza, ma una protezione.

Questi confronti statistici fra l'esercizio delle reti italiane e quello delle maggiori nazioni d'Europa sono assai poco lieti per le nostre ferrovie.

Ma non ci fermeremo su di essi; anzi aggiungeremo che molte e complesse cause tendono a spiegare, in determinati limiti, i nostri disastrosi risultati.

In quanto ai prodotti lordi chilometrici degli altri paesi, di gran lunga superiori a quelli delle reti italiane, si può osservare che la ricchezza del paese, il numero e l'entità delle sue industrie, i suoi commerci, la favorevole posizione geografica, tendono ad accrescere i redditi lordi delle ferrovie, e poichè l'Italia, indubbiamente, è in condizioni economiche inferiori all'Inghilterra, al Belgio, alla Francia alla Germania, e non ha le loro ricche industrie nè i loro estesi commerci, si comprende che non possa offrire l'intensità del traffico di queste nazioni.

In quanto alle spese d'esercizio, è altresì vero che esse sono rese più gravi in Italia dalla natura montuosa di gran parte delle sue regioni, dalle non favorevoli condizioni geologiche dei terreni argillosi e franabili e dal gran numero di ferrovie costruite lungo le rive dei fiumi, dei torrenti e del mare.

A tali condizioni geografiche, geologiche e orografiche si deb-

bono le gravi pendenze, le ristrette curve, le costose opere d'arte, le molteplici gallerie, che rendono più dispendioso l'esercizio; a queste stesse condizioni si debbono le spese gravi della manutenzione delle vie e del materiale insidiati continuamente dall' azione dei torrenti, dalle alluvioni, dai terreni instabili, dalle corrosioni del mare e, in fine, dai rapidi passaggi di temperatura che, specie nella Sicilia e nell'Italia del Mezzogiorno, concorrono a ridurre la durata delle diverse parti del meccanismo ferroviario.

A tutte queste condizioni debbono aggiungersi il maggior costo dei materiali e del combustibile, le cattive acque di alimentazione, le condizioni malariche di molte regioni attraversate dalle ferrovie che tutte influiscono a rendere più onerose le spese di trazione e di esercizio.

***

Ciò premesso, è necessario anzitutto rilevare che, di queste diverse cause, solamente alcune sono insite alle condizioni fisiche, geologiche, idrografiche d'Italia, ma tutte le altre dipendono dalla deficiente potenzialità della nostra rete e sopratutto dai metodi irrazionali del nostro esercizio ferroviario.

E purtroppo occorre constatare la triste e deplorevole confusione fra le cause che derivano da condizioni che a nessuno è dato di mutare, e quelle che possiamo e dobbiamo eliminare; confusione che ci conduce alla conseguenza di farci credere che anche le cause di inferiorità, derivanti dai criteri errati, dai pregiudizi che guidano il nostro esercizio ferroviario, non possono eliminarsi.

Se dunque il nostro esercizio ferroviario deve essere profondamente mutato, sarà in conseguenza mutato il meccanismo.

Ed è ovvio rilevare che se le ingenti somme votate dal Parlamento dovessero spendersi, ispirandosi ancora ai criteri ed ai pregiudizi di cui abbiamo rilevato l'assurdità e il danno, avremmo non solo il risultato di spenderle inutilmente, ma avremmo creati mali maggiori di quelli che oggi lamentiamo, quando accorgendoci, ma tardi, dell'errore commesso, fossimo costretti a distruggere tutto ciò che è costato sperpero di danaro, di tempo e d'energia, con danno irreparabile pel paese.

***

Da quanto ho avuto l'onore di esporvi risulta che il nostro esercizio ferroviario, per cause diverse, non è stato in grado di svolgersi di pari passo, nè con i progressi della scienza, che hanno

ispirato i profondi e meravigliosi miglioramenti del meccanismo, nè con la vita del paese.

È restato, su per giù, quello che era all'inizio delle ferrovie, allo stato embrionale.

Nella vostra magnifica Esposizione, quì in Milano, abbiamo avuto modo d'osservare quali furono i primi e modesti passi delle ferrovie: una macchina rozza, rudimentale e pochi veicoli, che conservavano perfettamente la forma delle diligenze, costituivano il treno ferroviario che doveva percorrere le primitive e rozze vie ferrate. E naturalmente l'esercizio, anche esso era rudimentale, non guidato se non da criteri, che poco o punto si allontanavano da quelli, abbastanza primordiali, che guidavano il patriarcale servizio delle diligenze.

Oggi alle timide primitive macchine sono sostituite poderose e maestose locomotive: all'antica via rudimentale le meravigliose opere d'arte, i giganteschi viadotti, le grandi vie attraverso le viscere della terra; allo scarso numero di viaggiatori e di merci oggi è seguìto il colossale movimento degli uni e delle altre; ai modesti veicoli si sono sostituiti vagoni comodi, vasti quali ampi saloni, di tal che a stento possiamo persuaderci che dei magnifici treni dell'oggi sieno progenitori quei modesti ed informi di 70 anni or sono.

Ebbene, o signori, io osservo che non solo in Italia, ma in molti altri paesi, corre una grande distanza fra la grandiosità e la potenzialità dei mezzi tecnici e la vastità del movimento ed i criteri che guidano l'esercizio ferroviario, ancora non evoluti, ancora non molto discosti da quelli che guidavano i modesti servizi di diligenze.

Abbiamo, specialmente fuori d'Italia, una formidabile biblioteca di tutto ciò che costituisce il perfezionamento ed il progresso tecnico del meccanismo ferroviario; abbiamo i Congressi internazionali ferroviari, dove tutti i paesi portano il contributo dei progressi tecnici, ma poco o nulla abbiamo intorno al problema più grave, quello cioè che deve rappresentare la mente che agita questa grande mole, la scienza che insegni come interpretare le esigenze della vita del paese ed adattarvi i potenti mezzi tecnici, di cui noi possiamo disporre.

L'esercizio ferroviario, e qui e altrove, meno poche eccezioni, può rassomigliarsi ad uno di quei lottatori dalle membra forti, poderose e dal cervello poco sviluppato.

Da un lato la scienza profonde tesori di felici ardimenti tecnici, dall'altro non v'hanno pari scienza economica ed ardimento che sappiano largamente e con alta visione trarne tutto il vantaggio.

Questa deficienza nel saper trarre profitto così dalle grandi leggi

economiche, come dai portentosi mezzi meccanici offerti dalla scienza pone l'esercizio ferroviario in un'evidente condizione di inferiorità innanzi alla vita ed alle energie del mondo, le quali, in generale, non trovano più nelle ferrovie il loro completo e necessario aiuto per svolgersi largamente e sicuramente.

Ricordo che all'apertura del Congresso internazionale ferroviario del 1900, tenuto a Parigi, dove ebbi l'onore di essere tra i delegati del Governo italiano, il ministro dei lavori pubblici M[r] Baudin, accennò a tale deficienza.

Si è creduto per lungo tempo, egli disse, che le ferrovie possedessero una potenzialità superiore a qualsiasi aumento di produzione, invece ora la produzione ha sorpassato la capacità dei trasporti.

Con viva parola e colorite immagini descrisse tutti i pericoli, tutte le ansie dei produttori; delineò le difficoltà che incontrano a vendere i loro prodotti per la concorrenza esterna ed interna; quando i produttori hanno tutto calcolato, diceva il Baudin, quando hanno vinto tutte le difficoltà, un elemento sul quale contavano viene a mancare: la prontezza e l'esattezza del trasporto ferroviario; e ciò basta per far crollare tutte le combinazioni sulle quali essi avevano preparato il successo economico del loro lavoro e delle loro indefesse cure.

Ma questa accusa generica rivolta alle ferrovie, dico io, bisogna specificarla e limitarla all'esercizio che, lungi dall'elevarsi all'altezza della scienza tecnica, è restato nella limitata cerchia di un empirismo più o meno illuminato e, spesso, più o meno irrazionale.

E, limitandoci ad osservare il nostro esercizio, abbiamo potuto rilevare come all'empirismo si è aggiunto un cumulo di pregiudizi e di errori che nulla hanno a vedere, non dirò colla scienza, ma nemmeno col più modesto buon senso.

L'esercizio ferroviario non è solamente un problema tecnico, ma economico e sociale; esso abbraccia assai più problemi che non si creda a prima vista, poichè interessa tutta la vita di una nazione; e perchè raggiunga i suoi alti scopi, è mestieri che attinga la sua ispirazione e le sue leggi alle scienze economiche e sociali, che dall'inizio delle ferrovie han fatto passi di gigante, interpretando, precorrendo i bisogni del paese, integrandone tutte le energie di cui esso è capace. Tutto ciò non l'abbiamo ancora compreso e non lo comprenderemmo se il nostro dolce sonno non venisse rotto dalla prepotente necessità delle cose.

Accadde per lo sviluppo economico, che è l'indice della vita d'un paese, ciò che accade per il progresso sociale e politico: questo

potrà essere ostacolato da leggi disadatte da pregiudizi derivanti da antichi sistemi non più confacenti alla progredita civiltà; potrà incontrare la formidabile barriera dell'inerzia di tutti coloro che non amano i fastidi che procura la ricerca di nuove vie di nuovi indirizzi; ma alla fine rompe qualsiasi barriera che gli si voglia opporre e costringe tutti, volenti o nolenti, a seguirne il cammino.

A coloro che hanno una sicura e completa visione del progresso, certe crude manifestazioni che derivano dal contrasto fra le esigenze della civiltà progrediente e le vecchie e retrograde abitudini non creano al certo le paurose preoccupazioni a cui soggiacciono quegli che non sanno o non possono spingere il loro sguardo lontano; questi si atteriscono e invocano il passato, quelli invece considerano tutti i fenomeni sociali con vivo interesse, poichè attraverso gli errori e le esagerazioni, da cui sono inevitabilmente accompagnati, intravedono l'evoluzione dello spirito umano verso una maggiore e sicura perfezione, e comprendono, che, e leggi e rapporti sociali, non possono restare immobili, ma adattarsi continuamente a questa vita più energica, più alta più evoluta.

Lo stesso accadde nello sviluppo economico del paese rispetto all'esercizio ferroviario. Malgrado l'irrazionale e deficiente esercizio ferroviario, lo sviluppo economico tende ad espandersi a porre in moto tutte le fibbre del paese, e nel contrasto fra la sua forza attiva e l'inerzia, fra il suo potente rigoglio e gli ostacoli dell'esercizio ferroviario, nascono fenomeni che possono impaurire e far restare perplessi coloro che, non elevandosi ad un alto punto di vista non comprendono che essi sono l'indice più sicuro della vita del paese, la quale esplicandosi prepotentemente, rende evidente l'importanza dei mezzi coi quali pretendiamo di servirla e più ancora l'insufficienza dei criteri direttivi.

Quelle masse enormi di merci che s'addensano nei nostri porti maggiori e specialmente nel più grande che abbia l'Italia, nel porto di Genova, dove ve ne sono state fino a 700 mila tonnellate ammassate, sepolte, senza che potessero essere spedite a destino; tutte quelle merci e quei carri che ingombrano le nostre più importanti stazioni, rendendo impossibile ogni movimento, sono al certo feno meni che minacciano tutta la vita economica del nostro paese.

Guidati da un modesto empirismo, quei fenomeni ci appaiono come pericolosi ed anormali agglomeramenti che conviene evitare. Ed infatti, per molti anni, nei momenti in cui quelle merci convenivano in vaste proporzioni, l'ispettorato delle ferrovie e le Società esercenti si appigliavano a qualsiasi rimedio che valesse ad evitarne

l'agglomeramento, proponendo di elevare le tariffe, i diritti di sosta proibendo l'inoltro di altre merci. Guidati da un cieco empirismo quegli agglomeramenti ci appaiono quali fenomeni patologici, impreviste malattie, temibili tumori dell'esercizio ferroviario, a somiglianza delle malattie o tumori che minano l'esistenza di un organismo umano, ed in conseguenza i rimedi non possono ispirarsi che al concetto di attenuare il male e, se Dio vuole, di sopprimerlo addirittura.

Ma, se ci liberiamo da questi empirismi e rivolgiamo la nostra mentre alle leggi supreme, che solo la scienza può segnare, ci accorgiamo, confusi che quegli agglomeramenti, che tanto temevamo, quelle masse paurose di merci, che ci sembravano castighi fatali della Provvidenza. che abbiamo tentato di sopprimere come tumori pericolosi, sono invece l'indice della vita del paese, sono i punti dove essa si accentra, si determina e si afferma: sono in una parola il cuore dell'organismo ferroviario.

Si può comprendere che una necessità impellente richieda mezzi precari e non razionali, ma ciò non deve impedire che si studi il problema razionalmente per vedere quali sono i mezzi perchè quei centri di vita non si mutino in centri di disordine e d'ostacolo alla vita del paese.

E questi e tutti gli altri fenomeni minori, che ci offre il nostro esercizio, e che giudicati alla stregua dell'empirismo, ci preoccupano, c'impensieriscono e consigliano rimedi inadegauti e irrazionali, che non possono condurre che a disastrosi risultati, giudicati con alto intelletto, con le leggi che governano lo svolgersi razionale e il perfezionamento di tutti i problemi economici, ci aprono nuovi orizzonti e ci addittano la via razionale da seguire.

L'orientamento del futuro esercizio ferroviario.

Dal già detto risulta evidente che il nostro esercizio ferroviario risponderà esattamente al suo scopo quando saprà convenientemente servire i traffici delle vie longitudinali d'Italia, vie che sono destinate non solo al traffico interno, ma altresì a quello internazionale, quando saprà servire convenientemente il grande movimento che deriva dai suoi grandi porti, dai quali si diramano vie non lunghe, ma che hanno un'importanza eccezionale; quando saprà servire il traffico interno fra i diversi e molteplici centri che offre l'Italia e giungerà ad agevolare i minimi traffici fra i minimi

paesi e le città con le quali hanno i loro rapporti: quando saprà in fine collegare tutti questi traffici in maniera armonica. per modo che gli uni, non solo non ostacolino gli altri, ma concorrano a migliorarne ed agevolarne lo svolgimento.

Abbiamo visto come col nostro esercizo i diversi bisogni del traffico, di natura completamente diversa, se non opposta fra loro si pretenda servirli con gli stessi metodi, con gli stessi pregiudizi, con gli stessi meccanismi, mentre tutta l'organizzazione dell'esercizio deve ubbidire al principio fondamentale di proporzionare ed adattare ai diversi scopi che si vogliono raggiungere, così il meccanismo, come il suo funzionamento.

Abbiamo visto che i viaggiatori, che si movono in brevi limiti, rappresentano pel loro numero un complesso formidabile di energie e, mentre avrebbero bisogno di adatti elementi di trasporto, anche essi piccoli ma frequenti, il nostro esercizio pretende servirli con i treni omnibus, misti e accelerati, con elementi, cioè, torpidi, pesanti e rarissimi, che riescono invece disadatti e costosi.

Se dunque tali treni omnibus, misti e accelerati, non avendo certamente lo scopo di servire celeremente le grandi distanze, non raggiungono in nessun modo quello di servire le piccole, per le quali pare che siano stati creati, è evidente che non v'è ragione di mantenerli in un razionale esercizio ferroviario.

Necessità quindi impone che sia dato il bando a questi treni inutili e per giunta ingombranti e costosi, e siano sostituiti da treni leggieri, economici e frequenti.

Per il servizio dei viaggiatori a grandi distanze, la rapidità, la comodità, la sicurezza debbono essere la norma, e quindi, in niun caso e per nessuna influenza, i treni diretti debbono fermarsi alle piccole stazioni.

Ugualmente abbiamo osservato che il trasporto delle merci, col nostro esercizio ferroviario, non solo non ha guadagnato sugli antichi trasporti dei carri, ma rappresenta un regresso: occorre quindi sbarazzarci da un sistema che offre simili risultati.

Tutto questo movimento di viaggiatori e di merci deve essere organizzato in modo che il servizio dei piccoli percorsi, mentre sia agevolato nella più completa maniera, non deve portare turbamento al rapido e perfetto movimento dei trasporti a grande distanza.

Le comunicazioni dei piccoli centri fra loro e coi centri principali, oggi quasi impossibile, devono esser rese facili, agevoli e, in pari tempo, pronte ed economiche, pur riducendo il personale nelle stazioni secondarie.

Le stazioni di poca importanza, che trovansi lungo una grande linea ferroviaria e le linee secondarie che ad essa si innestano, debbono essere considerate quali piccole sorgenti che bisogna sapere raccogliere e allacciare convenientemente.

Quindi anche il funzionamento del servizio di codeste stazioni deve rispondere a tale scopo. Ed in conseguenza i piccoli elementi che giungono ad ogni minima stazione debbono essere raccolti convogliati ed immessi, col minor lavoro possibile, nella grande massa di merci che scorre sulla grande linea ove esse stazioni sono col locate. Le funzioni e il lavoro debbono essere proporzionati alla natura ed all'importanza dello scopo che si vuol ottenere, in modo che la grande massa di merci, che è sospinta dalla via lunga che ha davanti a sè, e che rappresenta interessi e valori importanti, non debba soffermarsi ad ogni piccola, minuscola stazione per prendere un mezzo barile di vino, o lasciare un cestino di ciliege.

Quindi i grandi treni merci debbono soffermarsi in poche e determinate stazioni, ove già siano raccolti i piccoli elementi delle piccole stazioni.

Sorge quindi la necessità di determinare quali siano le stazioni che debbono considerarsi di maggiore importanza e quali le minori.

Nella prima categoria, che potremo chiamare delle stazioni primarie, vanno comprese tutte le stazioni che sono importanti per sè stesse o che per le esigenze del servizio diventano tali. Tutte le altre stazioni minori vanno classificate nella seconda categoria, delle secondarie, le cui funzioni debbono essere ridotte al puro necessario, mentre oggi sperperano, inutilizzano un innumerevole personale.

Contemporaneamente a questa distinzione delle stazioni in due categorie, le grandi linee ferroviarie vanno divise in tante sezioni che non superino i sessanta od ottanta chilometri, aventi ciascuna alle due estremità una stazione primaria.

Soltanto con una siffatta classificazione le funzioni delle stazioni possono proporzionarsi alla loro importanza e possono raggiungersi i complessi scopi di eliminare le spese inutili, di utilizzare il personale e di servire celeremente i grandi centri, senza, per questo, trascurare i piccoli trasporti.

Ed infine la conseguente, profonda e razionale innovazione è la separazione netta e decisa del servizio delle merci da quello dei viaggiatori.

***

Soppressi tutti i treni omnibus, misti, accelerati, il servizio dei viaggiatori a medie ed a grandi distanze viene effettuato dai treni diretti che si fermano soltanto alle stazioni primarie e dai treni direttissimi che si fermano alle sole stazioni che sono al capo d'ogni sezione.

Il servizio locale dei viaggiatori a piccole distanze è affidato a piccoli e leggieri treni che chiamo *locali*, i quali limitati a ciascuna sezione, servono al piccolo e frequente movimento dei piccoli centri, collegato, armonizzato col movimento dei treni diretti e direttissimi.

I treni locali, treni leggerissimi, quasi come quelli delle tramvie, fanno il servizio di ciascuna sezione.

Prima che il treno diretto parta da una stazione, che è alla testa della sezione, muovesi il treno locale, e di tanto anticipa la partenza di quanto gli è necessario per arrivare al termine della sezione 15 o 20 minuti prima che vi giunga il treno diretto. Partito il treno diretto, dopo 5 minuti lo segue un altro trenino locale.

Quindi la funzione di questi trenini serve non solo al servizio dei piccoli paesi fra loro in una stessa sezione o in sezioni limitrofe, ma riunisce i viaggiatori delle stazioni secondarie nelle stazioni primarie, perchè possono raggiungere il treno diretto; inoltre i trenini locali prendono i viaggiatori coi treni diretti e li portano alle piccole stazioni ove questi non hanno fermata.

Cli orari dei treni diretti e direttissimi saranno regolati, come sono ora, dal concetto di servire rapidamente e comodamente le grandi distanze.

Gli orari dei treni locali in parte sono conseguenza del passaggio dei grandi treni, e in parte possono essere regolati, sezione per sezione, secondo la natura del movimento locale. In ciascuna sezione si potranno aumentare i treni locali e adattarli alle abitudini e ai commerci dei paesi che devono servire.

Con ciò si proporziona il servizio a seconda del movimento cui è destinato, col minimo sforzo possibile. Mentre il servizio delle grandi distanze conserva il carattere precipuo della velocità e della comodità, i piccoli centri non sono tagliati fuori, come oggi sono, ma possono agevolmente ed economicamente comunicare fra loro con treni ed orari speciali, e possono trar profitto dai treni diretti, malgrado che questi non si fermino nelle stazioni secondarie.

Dato il carattere di vere tramvie ai treni locali, nasce spontaneo il concetto di affidare la distribuzione dei biglietti agli stessi conduttori; per tal modo il personale nelle stazioni per la distribuzione dei biglietti diventa superfluo (1).

(1) Chi desidera maggiori particolari sulla proposta dei treni locali può consultare il primo volume della citata mia opera. Ma parmi opportuno riportare integralmente quì in nota alcune osservazioni e considerazioni sulla opportunità e sui vantaggi di tali treni esposti in detto volume. Ciò varrà non solo a dare un'idea più completa della mia proposta presentata fin dal 1895, ma altresì ad affermare la paternità di essa poichè, nessuno mai. in Italia e fuori, prima di tale epoca aveva pensato, e tanto meno proposto qualche cosa di similiante. (V. op. citata, ing. G. Spera. vol. I, pag. 49 e seg.).

Il servizio dei treni locali deve modellarsi assai più sulle tramvie che sui treni diretti o direttissimi.

Le carrozze debbono essere robuste, ma semplici ed elastiche, poggiate come quelle americane, su due carrelli, i quali diminuiscono gli sforzi di trazione nelle curve, attutiscono le scosse donde si ha un'economia nella trazione e nella manutenzione del materiale mobile e della strada.

Il corridoio centrale, che non è consigliabile per le carrozze dei treni diretti, è invece una condizione necessaria per le carrozze dei treni locali: ed al corridoio centrale vanno aggiunte le due piattaforme esterne con opportuna apertura per comunicare da una carrozza all'altra, affinchè il conduttore possa percorrere il treno in tutta la sua lunghezza. Sarebbe anche opportuno fare uso, come in America, di una cordicella che dall'ultima carrozza va a terminare in un campanello sulla locomotiva, perchè il conduttore possa dare gli opportuni avvisi al macchinista.

Nei treni locali le classi debbono essere ridotte a due; e cioè, prima e seconda classe; la prima dei treni locali raccoglie i viaggiatori di prima e seconda classe dei treni diretti, la seconda quelli di terza classe.

I treni locali debbono essere composti, generalmente, di una carrozza di prima classe, una di seconda ed un bagagliaio.

Il personale del treno sia limitato ad un macchinista e ad un conduttore; data la natura del treno può sopprimersi il fuochista.

Il conduttore ha la funzione di distribuire i biglietti, dare gli ordini di partenza e di fermata, e manovrare i freni.

***

Soltanto le stazioni primarie possono rilasciare biglietti sino al punto in cui deve fermarsi il viaggiatore, comprendendovi i percorsi sui treni direttissimi, diretti e locali. Le stazioni secondarie, quelle cioè che sono servite soltanto dai treni locali non hanno l'ufficio della dispensa dei biglietti; questi vengono rilasciati dal conduttore del treno locale e limitatamente alla propria sezione; per modo che se il viaggiatore deve continuare il viaggio sulla sezione successiva, riceverà il biglietto dall'altro conduttore.

***

Gli orari dei treni locali, in parte sono conseguenza del passaggio dei treni diretti o direttissimi, ed in parte possono essere regolati, sezione per sezione. se-

Una tale innovazione impone la necessità di aggiungere la terza classe ai treni diretti, togliendo dal nostro esercizio una disparità irrazionale, ingiusta ed eccessiva fra la seconda e la terza classe.

condo la natura del movimento locale. In una o più sezioni, in cui il movimento è assai frequente, il numero dei treni locali, può essere aumentato in proporzione.

Si è già detto innanzi che le linee ferroviarie sono divise in tante sezioni a seconda delle condizioni dei luoghi e di altre speciali contingenze, che è superfluo qui prevedere.

Prima che il treno diretto parta da una stazione, che è alla testa della sezione muovesi il treno locale e di tanto tempo anticipa la partenza per quanto gli è necessario di arrivare al termine della sezione prima che il diretto riprenda la corsa dalla penultima stazione.

I viaggiatori che debbono recarsi ad una stazione che è al di là della sezione successiva, aspettano il diretto che giunge dopo venti o trenta minuti; quelli invece che debbono fermarsi in una stazione secondaria, che è compresa nella sezione successiva, si avvalgono del corrispondente treno locale che parte pochi minuti dopo la partenza del treno diretto.

Ma, poichè non tutte le ferrovie hanno la stessa importanza, bisognerà che la natura del servizio sia ad essa proporzionata.

Ed il metodo proposto si adatta appunto a proporzionare il servizio a seconda del movimento cui è destinato.

Le grandi ferrovie, e cioè quelle d'interesse generale, che costituiscono le arterie principali della rete ferroviaria italiana, vanno servite con i treni direttissimi, treni diretti e treni locali.

Nelle ferrovie secondarie, e cioè quelle che allacciano le grandi linee. o riuniscono centri di minore importanza, va soppresso il treno direttissimo: e quindi il servizio viene limitato ai treni diretti e ai treni locali.

Le ferrevie locali, quelle cioè che generalmente non sono soverchiamente lunghe e che, pel loro carattere. servono unicamente e solamente a paesi di poca importanza. possono esser servite soltanto dai treni locali, oltre il servizio delle merci.

E' ovvio il comprendore che il numero dei diversi treni, che debbono secondare ed agevolare il movimento delle diverse linee e sezioni, debba essere proporzionato alla loro natura ed importanza.

***

Valga qualche esempio per dimostrare la rapidità del viaggio e la comodità delle comunicazioni che offre la mia proposta, pur non aumentando il numero dei treni diretti.

Secondo i presenti orari un viaggio da Roma ad Aquino e viceversa, con una distanza di non oltre chilometri 126, è pressochè impossibile a compiersi in un solo giorno.

Il viaggiatore, tanto all'andata quanto al ritorno, deve servirsi dei treni omnibus; all'andata parte col treno delle 7 e giunge ad Aquino alle 12, 49 minuti. Per trovarsi in Roma alla sera stessa deve ripartire da Acquino alle 13,25 arrivando in Roma alle 18, e cioè impiegando 10 ore e 24 minuti per l'andata e ritorno e fermandosi in Aquino solamente 36 minuti.

Se per tante diverse condizioni sociali ed economiche l'Italia non è in grado di adottare una classe unica come nell'America del Nord non è possibile che, data la democrazia delle nostre istituzioni, per-

Invece con lo schema d'orario fra Roma-Napoli (vedi vol. I, pag. 61), il viaggiatore parte da Roma ad un'ora più comoda, e cioè alle 8, 20, e giunge ad Aquino alle 11, 9; riparte alle 17, 11 ed è in Roma alle 20, 10. E cioè mentre con l'orario presente impiega 10 ore e 24 minuti fra andata e ritorno, col nuovo orario impiegherebbe soltanto 5 ore e 58 minuti per modo che con l'orario presente non ha modo di rimanere che 36 minuti in Aquino mentre, col nuovo orario vi rimane 5 ore e 52 minuti; cioé il tempo necessario per disbrigare gli affari e rifocillarsi.

Prendendo un viaggio più breve, come da Napoli a Rocca d'Evandro, che dista per 102 chilometri, il viaggiatore oggi deve partire da Napoli alle 8. 40 per giungere alle 12. 33 a Rocca d' Evandro e ripartire alle 14, 11, arrivando in Napoli alle 18: impiegando cioè ore 8 e 42 minuti fra andata e ritorno; mentre col nuovo orario il viaggiotore partendo alle 8. 20 giungerebbe a Rocca d' Evandro alle 11. 14 e ne ripartirebbe alle 15. 23, giungendo in Napoli alle 18. 17, impiegando fra andata e ritorno solamente 5 óre e 48 minuti.

Con l' orario attuale le comunicazioni fra i piccoli paesi sono pressochè impossibili.

Per esempio, da Anagni a Ceccano, che sono alla distanza di 19 chilometri, può partirsi alle 9. 56, arrivando a Ceccano alle 10.59. Ma prima delle 15. 48 non è possibile essere di ritorno in Anagni; e data la breve distanza quest' unica ora di ritorno è assai impropria e disadatta.

Invece col nuovo orario le partenze nelle ore antimeridiane sono alle ore 8.26 e 9. 54, potendo essere di ritorno alle 11. 37 ed alle 12. 59; e nelle ore pomeridiane vi sono altri due treni da Anagni a Ceccano, e cioè alle 13.28 ed altri alle 14, 54 potendo essere di ritorno alle 18. 28 ed alle 19. 36.

E questi sono esempi che possono moltiplicarsi e che sempre risultano assai vantaggiosi pel nuovo orario.

Da Frosinone a Pignataro, da Ceccano a Tora Presenzano, e viceversa, non è possibile, col vigente orario, compiere un viaggio di andata e ritorno in una giornata: mentre ciò riesce agevole col nnovo orario.

Infatti da Frosinone per Pignataro si parte alle 10, 4, arrivando alle 12.45; e, ripartendo alle 15. 35, si ritorna a Frosinone alle 18. 26. D da Pignataro si va a Frosinone alle 8.38 e si può essere di ritorno alle ore 17. 47.

E così da Ceccano a Tora Presenzano si può partire alle 9. 24 e far ritorno alle 18. 38; ed inversamente da Tora Presenzano per Ceccano, si puó partire alle 9. 6 e far ritorno alle 17. 24.

Senza scendere per ora all' esame della sensibilissima economia che il nuovo metodo fa realizzare, malgrado maggior numero di treni locali e dell' aumento del personale viaggiante, può dunque rilevarsi che il metodo proposto risponde pienamente al concetto di agevolare i piccoli viaggi, e di trar profitto a vantaggio di tutti, dei treni diretti, mettendo in grado tutti i più piccoli paesi di poterne usare con grande economia e comodità, pur riducendo a poche le stazioni primarie.

E ciò che è vero per la linea Roma-Napoli, sarà vero per tutte le altre linee; e cioè che il nuovo metodo ha lo scopo di agevolare, attivare il traffico, e condurre tutti i piccoli rivoli del movimento nelle grandi arterie ferroviarie.

manga una condizione così eccezionale per coloro che sono obbligati a servirsi delle terze classi.

Oggi al viaggiatore di terza classe, per le grandi distanza, il nostro esercizio ferroviario offre i treni omnibus, misti accelerati, che hanno una velocità commerciale dai 20 ai 26 chilometri.

Dal 1884 la velocità di codesti treni è restata la stessa (1).

Or ciò costituisce non solo un esercizio irrazionale, ma altresì una vera ingiustizia verso le classi lavoratrici, obbligandole ad una perdita enorme di tempo, e quindi a danni rilevanti, per la perdite della mercede sia per le spese a cui sono costrette, sia per il martirio a cui vengono assoggettate.

Io riterrei che, indipendentemente da una futura e profonda modificazione del nostro esercizio ferroviario, si potrebbero adottare immediatamente dei treni diretti ad unica classe, treni costituiti di sole terze classi di nuovo modello, con comode ritirate e *toilettes*; treni che potrebbero essere limitati per il loro numero e per la quantità di persone.

Il servizio delle merci, in conseguenza di quanto vi ho esposto, deve essere completamente separato da quello dei viaggiatori e deve venir eseguito da treni merci raccoglitori e da treni merci

(1) Le velocità medie di marcia dei treni *omnibus* dal 1884 al 1900 hanno subìto le seguenti variazioni:

Rete Mediterranea	da km.	32.4	a km.	33.1	ossia del	2.16	%
» Adriatica	»	33.4	»	34.6	»	3.59	»
» Sicula	»	29.8	»	31.7	»	6.37	»
Reti Riunite	»	32.7	»	31.7	»	3.01	»

Sono quindi tutte aumentate; ma, e per la maggior durata delle fermate di questi treni, e per maggior vincoli creati dalle nuove linee di diramazione aperte all'esercizio dopo il 1884, le velocità medie commerciali sono invece diminuite per le due reti continentali, e cioè:

Rete mediterranea	da km.	25.6	a km.	25,5	ossia del	0.39	%
Adriatica	»	26.6	»	26.5	»	0.37	»

Sulla rete Sicula invece sono in media salite da km. 25.5 a km. 26.4, cioè del 3.53 %. Conviene però a questo proposito ricordare che mentre le due grandi reti hanno un numero considerevole di treni accelerati, la Sicilia ne è affatto priva, cosicchè questo aumento non ha che un valore relativo.

Nel complesso, sulle tre reti, la velocità media commerciale dei treni *omnibus* è rimasta la stessa del 1884, cioè di km. 26 (*Relazione del Ministero dei lavori pubblici sull'esercizio delle strade ferrate.* Parte seconda pag. 201).

diretti. I primi si fermano a tutte le stazioni, i secondi alle sole stazioni primarie.

I treni raccoglitori hanno lo scopo di raccogliere le merci delle piccole stazioni, concentrandole in quelle primarie; e poichè fermano in tutte le stazioni, servono altresì al movimento ed allo scambio dei prodotti fra le stazioni secondarie, e fra queste e le primarie, e viceversa.

I treni merci diretti, avendo l'obbiettivo di trasportare la merce con la maggior prontezza si arrestano solamente alle stazioni primarie, senza mai soffermarsi a quelle secondarie; quindi, mentre non ritardano il loro rapido cammino, trovano già raccolte nelle stazioni primarie non solo le merci ad essi concorrenti, ma ancora quelle che dalle stazioni secondarie vi hanno portato i treni raccoglitori.

Il treno raccoglitore parte dalla stazione testa di linea con tanti carri quante sono le stazioni primarie lungo il percorso, ed in questi carri vengono caricate via via le merci destinate alle rispettive stazioni primarie, ed ogni carro si arresta alla stazione primaria alla quale è destinato. Si aggiunge un carro per le merci che vanno al di là del termine della linea, ed eventualmente uno per ogni stazione di derivazione ed uno o più carri misti pel servizio fra le stazioni secondarie. Il treno raccoglitore è guidato da una squadra viaggiante, la quale è responsabile dell'esattezza del servizio e dell'integrità della merce. Alla detta squadra è affidata la mercè, con l'obbligo di caricarla e scaricarla nelle stazioni secondarie.

La squadra viaggiante pel servizio dei treni merci raccoglitori, costituisce una delle principali caratteristiche del nuovo esercizio ferroviario che si propone. Ad essa esclusivamente è affidata la merce, ad essa incombe l'obbligo di caricarla e scaricarla nelle diverse stazioni; per modo che questa responsabilità diretta ed efficace escluda la possibilità di furti e delle manomissioni che oramai, è doloroso il constatarlo, costituiscono il principale difetto del nostro esercizio ed il discredito del personale.

Inoltre la squadra viaggiante, sia per la prontezza ed esattezza del servizio, come per l'economia, rende inutile tutto il personale delle stazioni secondarie.

In queste stazioni, un agente alle merci potrebbe consegnare alla squadra viaggiante le merci con le relative carte d'accompagnamento e ricevere quelle che gli vengono consegnate.

Con l'istituzione di queste due categorie di treni, con la separazione del servizio merci da quello dei viaggiatori, la merce potrà

agevolmente raggiungere, nel più breve tempo possibile, la sua destinazione. La maggior brevità del tempo è il carattere e la qualità che debbono avere i trasporti ferroviari di qualsiasi genere.

* * *

Quindi sparisce naturalmente la categoria dei trasporti a piccola velocità. La quale in un esercizio ferroviario è non solo una contraddizione evidente, ma un grave errore se, come in Italia, quasi tutta la merce viaggia ad una velocità, che è al disotto di quello degli antichi carri tirati da cavalli!

L'esercizio ferroviario deve essere ispirato alla massima rapidità nell'interesse non solo del commercio, ma specialmente dell'esercizio stesso. La diversa velocità dei treni merci è fatto interno dell'esercizio, dipendente dall'adattamento degli orari e dalla natura della merce; ma verso il pubblico non deve esservi nè grande nè piccola velocità, ma solo l'impegno di trasportare la merce il più rapidamenle che si può.

Noi, dacchè esercitiamo le ferrovie, abbiamo voluto imitare l'esercizio di altri paesi, ed abbiamo adottato così le distinzioni nel trasporto delle merci a grande e piccola velocità, a queste poi abbiamo voluto aggiungerne una intermedia.

Fortunamente nessun paese ha per il telegrafo la piccola velocità, altrimenti l'avremo adottata anche noi. Or se per il telegrafo l'adozione della piccola velocità sarebbe stato un assurdo, con non minore ragione si deve ugualmente qualificare come assurda la piccola velocità per le ferrovie che, mosse dal vapore e dall'elettricità, non possono ne debbono essere uguagliate e tanto meno superate dai primordiali trasporti con i cavalli.

A me pare che un esercizio ferroviario perda ogni carattere razionale e distrugga di proposito la meravigliosa forza di cui dispone quando adotta la distinzione di grande e piccola velocità.

Tale distinzione è falsa e dannosa; è falsa poichè quando la grande velocità è ridotta a trasportare una quantità trascurabile di merci cioè appena il 5 % dell'intera merce affluente alle ferrovie, non può dirsi sul serio che vi sono trasporti a grande velocità; è falsa

poichè la piccola velocità come è da noi, al disotto, cioè di quella che era raggiunta dai carri, è un non senso, è un'aperta contraddizione, una vera negazione del carattere del grande meccanismo ferroviario; è dannosa al paese, poichè, mentre il suo commercio e le sue energie hanno l'illusione di essere serviti dalle ferrovie non hanno neanche i vantaggi e le comodità dell'antico servizio dei carri; infine è dannosa all'esercizio delle ferrovie stesse, poichè, cambiandone completamente il carattere, lo rende pigro e quindi disadatto e dispendioso.

Se pure la maggiore velocità esigesse un consumo doppio triplo di combustibile, il conseguente maggior costo non dovrebbe consigliare al certo la irrisoria velocità dei nostri treni merci.

Spendere vari miliardi per costruire una rete ferroviaria, il cui primissimo scopo è la celerità dei trasporti fino al limite imposto dalla potenza dei mezzi offerti dalla scienza tecnica e dalla necessità di evitare disastri per poi distruggere tale scopo, riducendo la velocità al di sotto di quella dei carri tirati da cavalli, per non consumare combustibile, è un assurdo, il quale non può che condurre a conseguenze assurde, quali sono quelle che ci offre il nostro esercizio ferroviario.

Ma ciò che rappresenta la più grave condanna di questo strano pregiudizio, che si è imposto al nostro esercizio ferroviario come dogma indiscusso, è il fatto che l'esperienza dimostra, che in certi limiti la maggior velocità nel trasporto delle merci rappresenta non già una maggiore spesa, ma una maggiore utilizzazione delle linee, delle stazioni, dei veicoli, del personale ed anche un'economia sul combustibile.

Ed in conseguenza noi con i torpidi trasporti, suggeriti non da un criterio scientifico, ma da un cieco empirismo non solo non raggiungiamo l'economia del combustibile, ma rendiamo ancora più deficiente tutto il nostro già disadatto meccanismo ferroviario.

La velocità, la prontezza nei movimenti e la più completa utilizzazione del tempo e di tutto il meccanismo ferroviario debbono costituire il fondamento di un razionale esercizio, specialmente innanzi alla deficienza delle nostre linee e del nostro materiale rotabile.

Un carro alla velocità di 10 chilometri all'ora impiegherà 10 ore per percorrere una linea di 100 chilometri, e quindi in 24 ore potrà percorrerla due volte; se raddoppiate la velocità, portandola a 20 chi-

lometri all'ora, il carro impiegherà la metà del tempo, cioè 5 ore, per percorrere la stessa via; e potrà eseguire quattro viaggi in un giorno invece di due; ciò significa che quel carro, con una velocità doppia, vale due carri; ciò vuol dire che la ferrovia stessa è ingombrata per la metà del tempo con una velocità doppia dei carri che la percorrono, ed in conseguenza la sua potenzialità è raddoppiata; ciò vuol dire che il personale che, con una velocità di 10 chilometri all'ora è impiegato per 10 ore, con una velocità doppia è impiegato per la metà del tempo.

Il nostro esercizio come inutilizza la via, le stazioni, il personale con un servizio tardo e disadatto, inutilizza, nella maniera più completa, il materiale rotabile, pretendendo così di aumentarne la durata.

I nostri carri, secondo i criteri del nostro esercizio, non solo si muovono con una velocità al di sotto di ogni razionale limite, ma restano inerti per gran parte della loro vita. Da pubblicazioni ufficiali della rete mediterranea (1) risulta che i carri da merci viaggiano in media 10 ore su 100, cioè 36 giorni in un anno. Di guisa che un carro divenuto vecchio ed inservibile, dopo 30 anni di servizio, effettivamente non ha servito che tre anni! In conseguenza la sua vecchiezza infeconda è conseguenza dell'ozio e dei danni causatigli dagli agenti esterni e non certo dal lavoro eseguito.

Quindi un altro principio sconosciuto al nostro esercizio ferroviario è l'utilizzazione di tutti gli elementi che costituiscono il meccanismo ferroviario.

L'America e l'Inghilterra, che, meglio d'ogni altro paese, han compreso l'indole e il carattere dei trasporti ferroviari, mentre non hanno certo adottato queste nomenclature di piccola e grande velocità, prive di senso e di praticità, hanno un concetto ben diverso dell'esercizio ferroviario, il quale è ispirato alla massima rapidità e prontezza, alla maggiore utilizzazione del tempo, del meccanismo, dei carri ferroviari e del personale.

Ma, pur mettendo da parte il criterio scientifico, che impone la prontezza del movimento e la maggiore utilizzazione del meccanismo ferroviario, la stessa esperienza dimostra tutta l'utilità che deriva da tale utilizzazione e specialmente dalla velocità dei trasporti delle merci. Nel secondo volume della mia opera sulle ferrovie ha ripor-

(1) Vedi op. citata, vol II, pag. 47.

tato i risultati dell'esercizio del trasporto delle merci a diverse velocità sulle ferrovie europee, comprese le inglesi, e da tali statistiche risulta che con l'aumentare della velocità dei trasporti, in dati limiti, diminuisce non solo la spesa del personale, ma altresì quella del combustibile (1).

(1) Di questo studio di un grande interesse parmi opportuno riportare integralmente le conclusioni.

Nella Great Western Railway la tonnellata-chilometro lorda costa cent. 0,644 nei treni alla velocità di 13 chilometri all'ora: alle seguenti maggiori velocità di chilometri 19,500, 29,500, 46,500 all'ora, il costo si riduce a centesimi 0,314. 0.346 0.481; riduzione che corrisponde rispettivamente al 0,49, 0,54, 0,70 % del costo della tonnellata-chilometro lorda alla minima velocità di 13 chilometri all'ora.

Il costo della tonnellata-chilometro netta alla velocità di 13 chilometri all'ora è di centesimi 4.714. Alle velocità di

chilometri 19,500 all'ora
» 25,500 »
» 46,500 »

il costo si riduce, rispettivamente, a

centesimi 2,209
» 1,339
» 2,394

e cioè si riduce al 0,47, 0,30 e 0,50 %, prendendo come unità il costo della tonnellata-chilometro alla velocità minima di 16 chilometri all'ora.

Tre solamente delle sedici reti ferroviarie prese in esame, vengono meno a questa regola, che è costante per tutte le altre; dette reti sono: la London and North Western Railway, la Midland Railway e la London Tilbury and Southend Railway.

Nella London and North Western Railway la tonnellata-chilometro lorda costa cent. 0,344 alla velocitá di 22,500 chilometri all'ora.

A 35,500 e 40,000 chilometri all'ora;
il costo si eleva a centesimi 0,391 e 0,356;
nella proporzione cioè di 1,13 e 1,03 %,

prendendo come unità di misura il costo della tonnellata-chilometro a 22.500 chilometri all'ora; differenza minima se si guarda alla grande differenza fra la velocità di chilometri 22.500 e quella di chilometri 40.000 all'ora.

La differenza diventa maggiore paragonando il costo della tonnellata-chilometro netta alle diverse velocità; e ciò deriva dal fatto speciale che mentre la tara per la velocità; di chilometri 22.500 all'ora è 1,477, questa si eleva a 4,130 e 3,509 nelle due velocità maggiori; per altro giova osservare che fra le velocità di 35,500 e 40,000 riesce meno costosa l'ultima; ciò che dimostra che vi debbono essere cause speciali che non fanno verificare la diminuzione anche per la velocità di 35,500 rispetto a quella di 22,500.

Risulta infatti che il costo della tonnellata chilometro lorda, meno poche eccezioni e fino ad un certo limite diminuisce con l'aumento della velocità: il costo della tonnellata-chilometro netta tende an-

Nella Midland Railway la minima velocità dei treni-merci è di chilometri 25,500, mentre la velocità degli altri treni è di chilometri 30,300 e 38.500 all'ora. La differenza di velocità fra la minima e la massima non è grande, per questo non si possono avere differenze sensibili; la tonnellata-chilometro lorda, alla velocità di chilometri 25,500, costa centesimi 0,189; si eleva a centesimi 0, 125, 0,217 per le velocità di chilometri 30.500 e 38, 500.

Nella London Tilbury and Southend Railway il costo della tonnellata-chilometro lorda alla velocità di chilometri 14,500 è di centesimi 0,354; a 34 chilometri, il costo si eleva a centesimi 0, 495.

La differenza fra il costo delle tonnellate-chilometro nette è maggiore; la tonnellata chilometro netta costa cent. 0, 934 alla velocità di chilometri 14, 500; costa invece cent. 2,054 alla velocità di 34 chilometri; ma ciò deriva in gran parte dal fatto che la tara nel secondo treno è doppia di quella del primo.

Per altre ferrovie, come la Parys-Lion-Mediterranée, la Neerlandese e l'Indian Midland Railway si verifica la diminuzione del costo della tonnellata lorda e netta fino ad un certo limite dell'aumento di velocità. Nella prima dalla velocità di chilometri 11,250 a quella di 17, 500; nella seconda da chilometri 9,500 a 17,500 nella terza da chilometri 14,500 a 17.500, il costo della tonnellata-chilometro diminuisce con l'aumento di detta velocità; non si verifica per velocità maggiori.

Lo studio però più interessante è quello relativo alla diminuzione del costo del combustibile e della spesa del personale, che si verifica quasi sempre con l'aumento della velocità dei treni.

Perchè risulti più chiaramente questo raffronto, si riportano quì sotto, per ciascuna rete, i diversi elementi e cioè le velocità dei diversi treni e le variazioni del costo tanto pel combustibile quanto pel personale

Great Western Railway

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
13, 000	Cent. 0, 453	Cent. 3, 316
19, 500	» 0, 256	» 1, 801
25, 500	» 0, 266	» 1, 075
46, 500	» 0, 403	» 2, 006

Velocità in chilometri all'ora	Costo del personale per tonnellata-chilometro lorda	netta
13, 000	Cent. 0, 116	Cent. 0, 849
19, 500	» 0, 019	» 0, 134
25, 500	» 0, 017	» 0, 069
46, 500	» 0, 046	» 0, 229

Il costo del personale e quello del combustibile diminuiscono in dati limiti con l'aumento della velocità

ch'esso a diminuire fino ad un certo limite, meno poche eccezioni, e questa diminuzione è modificata naturalmente dal maggiore o minore peso morto, cioè dalla proporzione della tara.

Ma ciò che importa rilevare è il fatto che la maggior velocità nel trasporto delle merci rappresenta un' economia così nella spesa del personale come in quella dello stesso combustibile!

London and North Western Railway.

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata–chilometro lorde	netta
22, 500	Cent. 0, 255	Cent. 0, 631
35, 500	» 0, 297	» 1, 524
40, 000	» 0, 283	» 1, 276

	Costo del personale per tonnellata–chilometro lorda	netta
22, 500	Cent. 0, 018	Cent. 0, 045
35, 300	» 0, 013	» 0, 066
40, 000	» 0, 013	» 0, 059

Con l'aumento quasi del doppio della velocità la spesa della tonnellata-chilometro lorda aumenta da 0, 255 a 0. 283, mentre il costo del personale per la tonnellata-chilometro lorda diminuisce.

Midland Railway.

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata–chilometro lorda	netta
25, 500	Cent. 0, 136	Cent. 0, 300
30, 500	» 0, 148	» 0, 478
38, 500	» 0, 149	» 0, 552

	Costo del personale per tonnellata–chilometro lorda	netta
24, 500	Cent. 0, 013	Cent. 0, 029
30, 500	» 0, 009	» 0, 029
48, 500	» 0, 008	» 0, 030

Il costo del combustibile per la tonnellata-chilometro lorda aumenta leggermente con l'aumento della velocità; da centesimi 0,136 per la velocità di 25,500, sale a 0, 140 per la velocità di 38, 500.

La differenza di velocità non è grande e quindi i risultati non possono essere evidenti.

Le spese di personale diminuiscono nel costo della tonnellata chilometrica lorda con l'aumento della velocità; sono stazionarie nel costo della tonnellata chilometrica netta, malgrado che la tara nella velocità maggiore è raddoppiata.

Quindi non soltanto nell' interesse dell' utilizzazione delle nostre linee, del nostro materiale dell' economia del paese, ma della stessa economia dell' esercizio, la scarsa velocità dei trasporti delle merci è un grave danno, e un esiziale pregiudizio, destinato a sparire in un razionale esercizio

Lancashire and Yorkshire Railway.

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
16,000	Cent. 0,309	Cent. 1,743
17,750	» 0,124	» 0,377
35,500	» 0,155	» 0,431
42,000	» 0,181	» 0,517
	Costo del personale per tonnellata-chilometro lorda	**netta**
16,000	Cent. 0,075	Cent. 0,423
17,750	» 0,027	» 0,082
35,500	» 0,016	» 0,045
42,000	» 0,014	» 0,040

· Il risultato è veramente interessante; il peso morto diminuendo con la velocità contribuisce a far diminuire il costo; però esaminando i risultati delle tonnellate-chilometro lorde si resta meravigliati: mentre il costo del combustibile per una tonnellata-chilometro è di centesimi 0,309, per i treni di 16 chilometri all' ora, diminuisce circa della metà, poichè è di centesimi 0,181 per i treni di 42 chilometri all' ora. La spesa di personale va sempre diminuendo con la velocità: da 0,075 alla velocità di 16 chilometri, scende a 0.14 alla velocità di 42 chilometri e cioè a meno di un quinto; La tonnellata netta del treno a 42 chilometri costa per personale 0,010, mentre alla velocità di 16 costa 0,423; cioè la velocità si triplica e il costo del personale si riduce ad un decimo.

Great Northern Railway of Ireland.

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
19,500	Cent. 0,294	Cent. 0,682
21,000	» 0,153	» 0,350
24,000	» 0,1»0	66,408
	Costo del personale per tonnellata-chilometro lorda	**netta**
19,500	Cent. 0,004	Cent. 0,009
21,000	» 0,001	» 0,002
24,000	» 0,002	» 0,005

La tara si mantiene la stessa per tutti i diversi treni.

Tanto il costo del combustibile quanto quello del personale diminuiscono con l'aumentare della velocità; solo si osserva che la diminuzione pur essendo importante, è meno intensa nei treni a massima velocità.

*
* *

L'organizzazione che ho avuto l'onore di sottoporvi risponde al concetto razionale di servire nel miglior modo tutto il complesso movimento di viaggiatori e di merci offerto dal nostro traffico.

Ferrovie dello Stato Belga.

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
11, 250	Cent. 0, 273	Cent. 0, 714
22, 500	» 0, 210	» 0, 531

	Costo del personale per tonnellata-chilometro lorda	netta
11, 250	Cent. 0, 037	Cent. 0, 097
20, 500	» 0, 026	» 0, 066

La tara si mantiene quasi la stessa per tutti i treni.

Con una velocità doppia si verifica una diminuzione nel consumo del combustibile e nel costo del personale.

Ferrovie Meridionali Francesi.

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
8, 000	Cent. 0, 218	Cent. 0, 363
9, 750	» 0, 080	» 0, 144
19, 500	» 0, 101	» 0, 202
24, 000	» 0, 101	» 0, 202

	Costo del personale per tonnellata-chilometro lorda	netta
8, 000	Cent. 0, 094	Cent. 0, 157
9, 750	» 0, 034	» 0, 061
19, 500	» 0, 044	» 0, 088
24, 000	» 0, 040	» 0, 080

La tara aumenta leggermente con l'aumento della velocità; pur tuttavia il consumo di combustibile e il costo del personale è minore nei treni a maggiore velocità.

Il consumo del combustibile per una tonnellata lorda alla velocità di chilometri 8 all'ora è di centesimi 0,218; si riduce a meno della metà e cioè a centesimi 0, 101 per una velocità tripla!

Il costo del personale tanto per la tonnellata lorda quanto per la netta, è meno della metà nei treni con velocità di 24 chilometri all'ora rispetto a quella di 8 chilometri all'ora.

Ma questa organizzazione razionale del servizio ferroviario non è completa se, come oggi accade, rendiamo impossibile o difficile l'efflusso delle merci al loro arrivo alle stazioni. Avremo reso inutili tutti i

Ferrovie d'Orléans.

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
11, 250	Cent. 0, 232	Cent. 0, 563
22, 500	» 0, 196	» 0, 362
48, 250	» 0, 134	» 0. 375

	Costo del personale per tonnellata-chilometro lorda	netta
11, 250	Cent. 0, 046	Cent. 0, 112
22, 500	» 0, 024	» 0, 044
48, 250	» 0. 037	» 0, 104

Le tare sono rispettivamente 1,428, 0, 845, 1, 800.

Dai treni con velocità di chilometri 11,250 a quelli 48, 250, il costo del combustibile e del personale tanto per la tonnellata lorda quanto per quella netta, diminuisce sensibilmente.

Ferrovie del Nord « Imperatore Ferdinando d'Austria »

Velocità in chilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
9, 500	Cent. 0, 060	Cent. 0, 109
14, 500	» 0, 059	» 0, 085
22, 500	» 0, 070	» 0, 219

	Costo del personale per tonnellata-chilometro lorda	netta
9, 500	Ceat. 0, 006	Cent. 0, 011
14, 500	» 0, 007	» 0, 010
22. 500	» 0, 010	» 0, 031

La tara è di 0, 813, 0. 448 e 2, 125 per i tre diversi treni.

Dalla velocità di chilometri 9, 500 a 14, 500, il costo del combustibile diminuisce poco: non così da 14, 500 a 22. 500.

In questa ferrovia come nello Neerlandese, risulta che l'aumento della velocità porta un aumento, benchè leggerissimo nella spesa del personale. E l'errore deve stare nella insufficiente utilizzazione del personale o in altra causa che s'ignora.

Ferrovie dello Stato Neerlandese.

Velocità in cbilometri all'ora	Costo del combustibile per tonnellata-chilometro lorda	netta
9, 500	Cent. 0, 132	Cent. 0, 334
17, 500	» 0, 050	» 0, 138
24, 500	» 0, 209	» 0, 524

nostri sforzi, e deploreremo ugualmente gli inconvenienti dell'odierno esercizio, che riesce impotente a dare il proporzionato sfogo alle merci, specialmente nelle stazioni che rappresentano i centri vitali del movimento.

Una delle cause più gravi dell'ingombro delle linee e delle stazioni dipende. dalle spedizioni ferme in stazione, disposizione che abbiamo copiata da altri paesi. che si è perpetuata ed infeudata nel nostro esercizio ferroviario, senza che sia sostenuta da un solo concetto razionale, senza che sia ispirata allo scopo di giovare al commercio o all'esercizio, perchè invece è non solo irrazionale, ma in opposizione con gli interessi così del commercio come dell'esercizio.

Finchè il traffico restava in limiti che poco si allontanavano dall'inerzia, la detta disposizione per quanto irrazionale, non produceva i disastrosi effetti che sono apparsi, appena il traffico ha dato veramente segni di vita.

Ma oggi, malgrado che le energie del paese siano soltanto all'inizio del loro risveglio, la facoltà di spedire le merci ferme in stazione crea l'ingombro dei carri, dei magazzini e delle stazioni e paralizza il movimento là dove dovrebbe essere più agevolato.

I destinatari, che dispongono di mezzi adatti e sufficienti pel pronto ritiro della merce, o che si valgono delle Imprese dei trasporti a domicilio o di spedizionieri, sgombrano e trasportano prontamente dalla stazione le merci appena arrivate, quando l'agglomeramento delle merci non è tale da rendere anche impossibile simile operazione. Gli altri destinatari, che sono i più, che non solo non hanno adatti mezzi di trasporto, ma sono sprovvisti di convenienti magazzini, lasciano la merce allo scalo e sul carro finchè non fa loro comodo, o per attendere il compratore, o per aver il tempo di sgomberare i propri magazzini.

	Costo del personale per tonnellata-chilometro			
	lorda		netta	
9,500	Cent.	0,041	Cent.	0,104
17,500	»	0,018	»	0,050
24,500	»	0,050	»	0,126

La tara è quasi uguale per le diverse velocità.

Dalla velocità di chilometri 9,500 a 17,500 si verifica una diminuzione di spesa nel combustibile e nel personale.

Da 17.500 a 24 chilometri vi è invece aumento piuttosto sensibile nel costo del personale e del combustibile

Da questo esame risulta che in dati limiti, l'aumento della velocità dei treni merci, meno rare eccezioni, fa diminuire non solo la spesa del prersonale, ma altresì quella del combustibile.

Nelle stazioni principali, sia di transito che di destinazione, e massime a Torino, a Milano, a Genova, ad Alessandria, a Bologna in determinate epoche, migliaia di carri ingombrano le linee e le stazioni fanno agire ad ogni ulteriore movimento, e paralizzano tutta la vita e il commercio del paese.

Quei porti e quelle stazioni rappresentano il cuore dell'organismo ferroviario, dove la vita affluisce e donde a sua volta è irradiata: noi col nostro esercizio facciamo di tutto per spegnere quella vita.

Le merci ingombrano i nostri carri utilizzandoli nelle stazioni, facendone barriere che ostacolano ogni movimento, e noi ricorriamo ad espedienti empirici, che non approdano ad alcun pratico risultato.

L'Ispettorato delle ferrovie e le Società esercenti ricorsero a mezzi precari, e che purtroppo riuscirono irrisori, perchè soverchiamente meschini innanzi alla grandezza del male.

Ora finchè non v'era modo, nè v'erano mezzi per provvedere organicamente ad un danno così grave che comprometteva tutta la vita del paese, si comprende e si spiega il ricorso a simili rimedi; non si comprende però come non sorgesse il concetto di preparare per l'avvenire un piano organico da attuarsi quando la fortuna d'Italia le avesse permesso di risolvere il problema ferroviario.

Ed oggi che il paese lo vuole risolto e ne offre i mezzi, e non mancano le menti adatte, sarebbe strano che uno dei principalissimi fenomeni dell'esercizio ferroviario dovesse risolversi con espedienti che se ieri riuscirono irrisori oggi diventano assurdi e dannosi.

Ormai bisogna ritenere come assioma il principio che l'esercizio ferroviario deve piegarsi ed adattarsi alle esigenze ed alle energie del paese, e non già che bisogna adattar queste, menomandole, danneggiandole, agli errori, ai pregiudizii, alle assurdità ed agli strani timori di un esercizio primitivo e quindi informe, timido, irrazionale, disadatto.

E ben vero che simili inconvenienti, simili ingombri si verificano in altri paesi, ma ciò non basta per convincerci che noi non dobbiamo considerare il problema nella sua interezza.

Se lo studio degli esercizi degli altri paesi dovesse portarci alla conseguenza negativa di trovare una ragione per perseverare nei gravi errori del nostro, sarebbe assai preferibile ignorare e non studiare i servizi ferroviari stranieri.

Se è innegabile che anche i più perfetti servizi ferroviari presentano difetti ed inconvenienti non è peraltro logico che noi si debba sopportare in buona pace i difetti del nostro, sol perchè gli altri paesi ce ne offrono l'esempio.

D'altra parte. lo studio di ciò che fanno le altre nazioni - studio che purtroppo non facciamo, e che dovrebbe essere introdotto largamente nel personale che deve guidare il nostro esercizio (1) - deve avere un solo scopo - quello di metterci in grado di studiare comprendere le esigenze del traffico e la maniera di poterlo soddisfare, poichè solo così potremo ottenere il doppio scopo: di servire convenientemente le energie del paese, e produrre il maggior effetto utile dell' esercizio.

Quando gli esercizi di altri paesi presentano dei difetti, essi ci debbono servire d'insegnamento per evitarli, ma non d'incitamento per imitarti e peggiorarli.

Con questo ultimo metodo, noi potremmo scendere molto al di sotto delle deplorevoli condizioni del nostro attuale esercizio ed avremmo ugualmente modo di illuderci che esso eguagli quelli dei paesi più civili.

E pregovi considerare che con i rimedi fin quì escogitati, il cui scopo si risolve in un freno al libero svolgimento del traffico noi potremo riuscire altresì a diminuire gli agglomeramenti, ma per la sola ragione che noi costringeremo la vita del paese a moderare i suoi impeti, ad attenuare i superbi suoi sforzi, ad adattarsi alla meschinità dei nostri criteri ferroviari, per non andare incontro a fatali e disastrose sorprese.

D' altra parte anche se dovesse seguirsi il metodo di non tentare alcuna organica e sapiente evoluzione, e dirò pure rivoluzione, del nostro esercizio ferroviario prima d'ogni altro paese, se cioè volessimo procedere sempre per imitazione, non mancano esempi in cui l'organizzazione del servizio delle merci segue criteri opposti a quelli seguìti da noi e da altri paesi, che, come noi, risentono il danno di un criterio irrazionale e non rispondente nè alla natura del servizio ferroviario, nè a quella del commercio.

Nessun paese al mondo come l'Inghilterra ha risolto completamente il problema della rapidità e prontezza dei movimenti delle proprie ferrovie, perchè tutte le Società ferroviarie, fin dall' inizio, seppero evitare il grave errore di fare ingombrare le stazioni.

Colà non è stata mai ammessa la merce ferma in stazione, ma vige il sano e razionale principio che la merce deve raggiungere immediatamente la sua destinazione.

Anzitutto la consegna delle merci si collega ai così detti *termini*

(1) Dovunque io mi sono recato, così in Europa come in America, rarissime volte ho inteso che ingegneri delle nostre reti ferroviarie, e tanto meno dell'Ispeitorato ferroviario mi avessero preceduto.

di resa, cioè al massimo termine da non sorpassarsi per la consegna della merce.

Ora in Inghilterra come pure in America, non è affatto indicato detto termine: la ferrovia deve consegnare la merce in un tempo ragionevole (*reasonable time*). E questo tempo ragionevole è determinato dall'abitudine: se abitualmente la Società rimette una data merce in un termine di 18 ore, e per un caso questo termine è portato a 24 o più, e il destinatario può provare che il ritardo gli ha procurato del danno, la società gli paga l'intero danno, salvo il caso di forza maggiore (1).

(1) Prima della introduzione delle ferrovie, l'Inghilterra aveva altresì un attivo commercio servito da battelli lungo le coste, i fiumi, i canali navigabili, e dai carri sulle grandi strade rotabili.

Le prime ferrovie trovarono il commercio dei trasporti già largamente sviluppato, e ben diverso da quello che era in tutta l'Europa continentale. Tale commercio era nelle mani di grandi Case, come quella di Pickfort, Chaplin & Hornes e Suttonsche ancora esistono. Questi trasporti, estesi su larga scala, erano eseguiti con la massima possibile velocità concessa alla trazione animale; la merce dalla casa del mittente era portata al domicilio del destinatario.

Le ferrovie in Inghilterra generalmente non cercarono di fare concorrenza a queste Ditte, ma si sforzarono invece di allearsi ad esse.

Le Compagnie delle ferrovie non trasportavano le merci per il pubblico, ma trattavano con le Ditte; queste ricevevano le mercanzie del pubblico, le caricavano nei vagoni e le rimettevano alle ferrovie per trasportarle a destinazione; colà giunte le stesse Ditte dei trasporti riprendevano i vagoni, scaricavano le merci e le portavano a domicilio.

Quindi lo speditore trattava col pubblico e percepiva l'intero prezzo di trasporto passandone una piccola parte alle Compagnie delle Ferrovie. Ma a poco a poco queste riuscirono a prendere il sopravvento e incominciarono a mettersi in rapporti diretti col pubblico, dopo una viva lotta nel Parlamento e nei tribunali.

In alcuni casi gl'intermediari furono completamente vinti, in altri furono ridotti a semplici agenti delle Compagnie ferroviarie per effettuare il servizio di presa e consegna a domilio.

Nella tariffa inglese è fissato il prezzo di presa e consegna a domicilio, e quando il servizio dei trasporti a domicilio non è eseguito dalle Società ferroviarie, o perchè manchi il servizio adatto, come accade per i piccoli paesi, o perchè le Società commerciali vogliono eseguirlo con i propri carri, si sottrae dal prezzo di tariffa la parte riguardante il servizio di trasporto a domicilio.

In generale in Inghilterra non vi sono norme rigide, immutabili; vi sono solamente dei limiti, delle norme generali dettate dal Parlamento e dalla Clearing Honse, e fra queste norme è libero il movimento e il giuoco dei diversi interessi.

In ciascuna città, le Compagnie ferroviarie fissano una prima zona, nella quale si eseguiscono i trasporti o prezzo di tariffa: spesso ne fissano una seconda, nella quale le spedizioni sono prese o rimesse a domicilio, mercè una tassa supplementare.

Appositi uffici di spedizione sono installati nella città per il servizio della presa e consegna a domicilio.

Quindi la suprema necessità di non spezzare colle nostre mani i centri di vita del nostro paese, ci suggerisce di lasciare da parte i prediudizi che han guidato il nostro esercizio.

La Great Northern, solamente in Londra, ha 28 uffici di spedizioni, la Great Western 35, le altre in proporzione della loro estensione. Da questi uffici, che servono anche al servizio dei piccoli colli, di cui ci occuperemo in apposito capitolo, le spedizioni sono portate via ogni quattro o cinque ore, quando sono situati nei quartieri lontani, e ogni ora ed anche più spesso per quelli nel centro della città.

Tali uffici servono anche per dare tutte, le necessarie informazioni sui trasporti e sulla tariffa. Su domanda s' invia il carro al domicilio per ritirare quei colli che fossero troppo pesanti per essere portati a mano.

Questi uffici situati nei luoghi più visibili, sono in generale, dei semplici magazzini; ma spesso nelle grandi città, sono dei veri depositi di merci, simili a stazioni salvo che non hanno accesso alla ferrovia. Sono delle grandi tettoie con vie e marciapiedi, dove i veicoli dei privati o delle agenzie arrivano, e depositano le merci; queste sono pesate, iscritte classificate, e quindi spedite coi carri della Società alla stazione ferroviaria, dove sono direttamente caricate sui vagoni.

Le merci possono essere consegnate in un ufficio che non appartiene alla Società ferroviaria che deve eseguire il trasporto; le Compagnie agiscono l'una verso l'altra come agenti comuni ed hanno delle norme per la divisione dell' intero prezzo di trasporto. Oltre gli uffici delle Compagnie vi è un numero considerevole di uffici privati, dove i carri della Compagnia vanno a ritirare le merci fra questi uffici e la compagnia si stabiliscono dei compensi vari secondo le circostanze.

Il funzionamento odierno di questo servizio in Inghilierra non potrebbe essere più comodo, adattandosi a tutte le esigenze del commercio, cercando di vincere tutte le difficoltà inerenti a tanti diversi servizi: e la gara fra le diverse Società ferroviarie, che una volta si risolveva in guerra di tariffe, ora si è mutata in gara di facilitazioni, tanto che qualche volta le ferrovie adottano delle misure che possono essere comode pel pubblico, ma difficilmente giustificabili dal punto di vista economico.

Per esempio, una Casa commerciale partecipa che riceverà le merci dalle 8 alle 11 del mattino, e che le consegnerà per la spedizione dalle 4 alle 7 di sera.

E le compagnie accettano, nonostante che esse debbano sempre fare un viaggio a vuoto. Altri negozianti escludono alcuni giorni per ricevere e consegnare merci così se i giorni esclusi sono il sabato e il lunedì, le merci che arrivano dal venerdì al martedì esigeranno un servizio supplementare di manutenzione e locali appositi pel deposito.

Il servizio nei mercati di Londra oppone difficoltà formidabili che sembrerebbero insormontabili, e le ferrovie le superano completamente. I mercati di Londra sono insufficienti ai bisogni, poichè essi, non solamente servono ad una città colossale, ma altresì a tutte le città situate in un raggio di 150 a 160 chilometri con 7 od 8 milioni di abitanti. L'accesso ai mercati è estremamente difficile. Spesso i carri debbono aspettare lunghe ore prima di potere, se non penetrare nel mercato di pesce di Billingsgate, arrivarvi tanto vicino da permettere ai facchini di prendere le spedizioni sulle spalle e far loro percorrore così la restante distanza.

Ora i trasporti verso questi mercati debbono essere eseguiti con la maggiore

Dove confluisce tanta vita dobbiamo provvedere con mezzi adatti affinchè il traffico possa ampiamente, sicuramente ed economicamente svilupparsi.

Scopo precipuo è dunque quello di portarvi ogni cura e cercare sopratutto che la vita non ristagni; e per ottenere ciò occorre che la merce, appena giunta, possa essere scaricata e che il veicolo, che la trasporta, resti libero e disponibile per un ulteriore servizio.

E ciò si ottiene anzitutto sopprimendo le spedizioni ferme in stazione, nell' interesse stesso del commercio.

Il trasporto a domicilio e la facilità di poter depositare la merce in appositi magazzini renderanno vantaggiose per tutti tali disposizioni.

Se lo Stato, quale esercente le ferrovie, ha attitudini e può avere interesse ad assumere i servizi di trasporti a domicilio e di deposito delle merci è quistione d'opportunità.

Senonchè tali servizi non mi paiono nè adatti nè consoni ad un esercizio di Stato, perchè esso non potrebbe eseguirli con quella necessaria premura e diligenza e con quella elasticità e semplicità di mezzi che possono ottenersi dall'iniziativa privata.

rapidità, e nelle prime ore del giorno, ciò che rende il servizio più costoso. Alla stazione di Mint Sreet, nella City, dove la compagnia del Great Northern riceve la più grande parte dei suoi trasporti di pesce, i treni arrivano verso le due e 2,30 del mattino, e l'ultimo carro deve lasciare la stazione alle 6; al mercato delle carni di Smithfield, le spedizioni cominciano a giungere alle 2 del mattino; al mercato dei frutti e legumi di Covent Garden i trasporti arrivano senza discontinuità, da mezzanotte alle 8 del mattino. E le compagnie ferroviarie disimpegnano siffatto servizio tenendosi sempre al corrente di tutti i bisogni, cercando di evitare tutte le difficoltà che si presentano.

Senza tener conto di tutti gli ausili privati, di tutte le grandi agenzie di trasporti, come Pickford, Carver, ecc. l'impianto delle Società ferroviarie per il servizio a domicilio è enorme gigantesco. La Midland Railway, la London and North-Western Railway, la Great Northern Railway, la Great Western Railway, la Great Eastern Railway, e la Lancashire and Jorksire Railway, hanno complessivamente 15000 cavalli pel servizio a domicilio.

Tutte le principali Compagnie ferroviarie, pel solo servizio di trasporto a domicilio, spendono circa 63 milioni di lire all'anno, cioè più di un decimo dei prodotti relativi alle merci, pei quali si fa il servizio a domicilio.

Ma è con una simile organizzazione e con la rapidità dei treni merci che si risolve completamente il problema dell'utile per le Compagnie e il vantaggio per il pubblico, con un servizio comodo, rapido ed esatto.

È in tal guisa che si ottiene il portentoso risultato che le mercanzie consegnate la sera alla ferrovia, siano consegnate l'indomani, nelle ore del mattino al destinatario, con percorrenze che raggiungono i 400 chilometri, come da Londra a Plymouth. (Vedi opera citata ing. SPERA, vol. II, pag. 76 e seg.).

Ma questa considerazione è di secondaria importanza; se vogliamo evitare i funesti ingombri delle nostre linee e delle nostre stazioni, l'amministrazione ferroviaria non deve assumere alcun obbligo di tenere in deposito le merci; queste o debbono essere indirizzate a domicilio, e il trasporto sarà effettuato da apposite agenzie private, o in magazzini di deposito nelle adiacenze della stazione delle merci, ugualmente costruiti dalla iniziativa privata opportunamente agevolata e guidata con norme e tariffe prestabilite.

Le grandi Ditte commerciali potranno avere i loro propri magazzini, le loro tettoie, i loro binari ugualmente presso la stazione delle merci.

Con metodo siffatto lo Stato non assumerebbe la grave spesa di costruire i necessari magazzini e la speculazione privata potrebbe ricavare importanti guadagni da tali appalti e concessioni, vista la generale tendenza che il pubblico ha di lasciare le merci in deposito, anche quando i diritti di sosta sono elevati. Di guisa che si può essere certi che questi locali di deposito di merci, che andrebbero aumentati a seconda del bisogno, sarebbero di giovamento al commercio, che avrebbe l'agio di ritirare la merce quando più gli facesse comodo, risolverebbero completamente il problema di liberare le stazioni e le linee ferroviarie dagli ingombri e costituirebbero un utile impiego del capitale e dell'attività privata.

Per le spedizioni a domicilio le tariffe comprenderebbero altresì il prezzo della presa e resa a domicilio; per le spedizioni ai depositi, le spese di scarico e di deposito sarebbero rivalse all'agenzia dei depositi dal destinatario all'atto di ritirare la merce.

Non sarebbe per certo esclusa la facoltà di ritirare la merce direttamente dallo scalo ferroviario, ma in termine brevissimo e con prontezza tale da non recare disturbo al servizio ferroviario. Trascorso il termine utile, la merce non ritirata sarebbe trasportata e scaricata al deposito delle agenzie private.

Se questa profonda e razionale innovazione dell'esercizio ferroviario è necessaria perchè quei centri del traffico, che oggi rappresentano il più formidabile ostacolo al suo libero svolgimento, si trasformino invece in centri dove affluisca la vita e d'onde con ritmo eguale e sicuro si diffonda nel paese, occorre che quelle stazioni siano convenevolmente modificate e messe in condizione di rispondere alle esigenze dell'indicato esercizio.

Fra poco nel parlarvi del meccanismo, vi dirò quale sia questa nuova fisonomia che, secondo il mio parere, dovrebbero assumere le grandi stazioni di transito e di destinazione.

***

Ma se il funzionamento delle grandi stazioni deve essere adattato alle esigenze del traffico, non conviene dimenticare che il servizio delle molteplici stazioni secondarie deve altresì essere adattato e proporzionato alle loro funzioni.

Nelle stazioni secondarie con le proposte modificazioni d'esercizio per le quali i viaggiatori prenderebbero i biglietti negli stessi treni locali, e le merci verrebbero manipolate dalla proposta squadra viaggiante che accompagna il treno raccoglitore, le funzioni del relativo personale sono molto modeste.

Dieci anni or sono io proposi per queste stazioni una radicale trasformazione, cioè invece del capo stazione ufficiale proposi di sostituirvi un agente cointeressato.

Infatti, dato il nostro sistema ferroviario, il capo delle stazioni infime, specialmente nelle regioni non ancora evolute, adempie le sue limitatissime e modestissime funzioni, senza preoccuparsi in nessun modo di aumentare e stimolare lo scarso movimento che affluisce alla sua stazione.

Estraneo al paese, che trovasi per lo più sul culmine di un monte lontano, non conosce nè si dà pensiero dei suoi traffici, del modo di attirarli alla stazione: mentre dovrebbe essere l'anello di congiunzione fra quello e l'esercizio ferroviario, è, invece, un'eremita che non solo vive fuori ogni consorzio, ma spesso non ha visto mai neanche il comunello che dà nome alla stazione di cui è capo.

Di guisa che il capo-stazione dei piccoli paesi, in determinate regioni, non solo non contribuisce a richiamare il movimento alla ferrovia, ma lo respinge e fa radicare sempre più nell'animo di popolazioni ignoranti il concetto che le ferrovie siano qualche cosa di estraneo alla vita, al benessere del paese.

In ogni modo, si tratti di capostazione o di agente, è certo che bisogna stimolare coloro che vi sono preposti, interessandoli acchè detti piccoli centri abbiano un'azione attiva, positiva e non passiva e negativa.

Io con un apposito quadro (1), nella detta opera sulle ferrovie feci rilevare che, sulla linea Roma-Napoli, le stazioni secondarie, su di un prodotto ben scarso di 600 000 lire, opponevano una spesa di 200 000 cioè la sola spesa di stazione assorbiva il 30 % dei prodotti.

(1) Opera citata, vol. II, pag. 168.

L'esempio è preso da una linea di somma importanza: s'immagini quale perdita rappresenta la spesa lungo le linee di importanza limitata!

Ciò dimostra che le stazioni minori, oltre ad essere, come vedemmo, nell'impossibilità di agevolare i piccoli trasporti di merci e viaggiatori, rappresentano una graue spesa che aumenta in modo sensibile il coefficiente d'esercizio.

Quindi, oltre il rimedio di porle in grado di essere attive, occorre che il capo stazione o l'agente abbiano interesse diretto a stimolare l'incremento del traffico: e speciali ispettori dovrebbero avere l'assunto di vigilare, illuminare, guidare coloro che fossero addetti a tali stazioni.

***

Riassumendo: tutta la proposta organizzazione del servizio ferroviario ha lo scopo di servire razionalmente ed armonicamente i diversi traffici che offre il paese, con la maggiore prontezza, sicurezza ed economia.

Tutto ciò importerà anzitutto una sistemazione completa della via, delle stazioni, dei veicoli ed una maggiore intensità di lavoro. Ma se imporrà una grave spesa per la sistemazione del meccanismo ed una spesa maggiore d'esercizio, darà indubbiamente un maggiore effetto utile; in conseguenza, pure spendendo di più, otterremo una grande economia d'esercizio. Poichè l'economia di un esercizio, come or ora vedremo, non si risolve nello spendere meno, come erroneamente potrebbe credersi; un sistema più organico, più intenso costa sempre assai più di un altro fiacco e inefficace; ma se l'effetto utile del primo sarà triplo o quadruplo di quello del secondo, diremo che il primo sistema è più economico del secondo. E mentre avremo reso più agile più pronto e più economico l'esercizio ferroviario, lo avremo veramente adattato ai bisogni del paese.

Ed è bene che si comprenda che di un esercizio ferroviario razionale ed adatto ha bisogno il commercio; esso ad una riduzione anche sensibile di tariffa, con un esercizio tardo, disadatto e che crea disagi e dolorose sorprese, preferisce un servizio perfetto e regolare; ciò che rappresenta per il commercio la più grande, la più necessaria, la più sicura economia.

Il meccanismo.

Il meccanismo, cioè la via, la stazione e il veicolo, debbono adattarsi, proporzionarsi ai diversi traffici a cui sono destinati ed al concetto organico e razionale dell'esercizio.

A questo principio si dovrà coordinare tutto il nostro meccanismo ferroviario, mentre quello che abbiamo oggi si è venuto costituendo senza un concetto prestabilito.

Per i grandi traffici, la via, le stazioni, i veicoli debbono avere attitudini, caratteri e funzioni assai diverse da quelle per i medi e i minimi traffici.

Le vie destinate ai grandi traffici, cioè le grandi arterie dell'organismo ferroviario, debbono avere la più grande potenzialità; la quale, anzitutto, deriva dalle buone condizioni altimetriche e planimetriche, dalla potente solidità della strada e dalle opere d'arte, dal doppio binario e da tutti gli impianti di protezione e di sicurezza. Una sola di tali vie, che non presenti i requisiti necessari paralizza il movimento per un raggio estesissimo.

Nè conviene dimenticare che l'adozione della trazione elettrica per le grandi linee, e specialmente per quelle dove le gallerie sono lunghe e frequenti, ne aumenta sensibilmente la potenzialità.

Ed alla potenzialità della strada deve aggiungersi quella delle locomotive, altro elemento del meccanismo: occorrono cioè locomotive potenti che possono percorrerla con piena sicurezza alla maggiore possibile velocità. Riducete questa velocità alla metà, ed avrete ridotta alla metà la potenzialità della linea.

Nè basta: il veicolo è altro importante elemento del meccanismo; il vagone dei viaggiatori ed il carro per le merci debbono concorrere alla potenzialità della linea, nelle dovute proporzioni.

Anzi il veicolo è l'elemento più importante che deve essere armonicamente adattato alla natura della strada ed all'indole dei trasporti; e questo solo principio serva a togliere molti pregiudizi che, fra gli altri concorrono ancora a ridurre la limitata potenzialità delle nostre ferrovie.

Il vagone dei grandi treni di viaggiatori deve tendere a proporzioni sempre più vaste, ed il suo peso morto deve inesorabilmente aumentare, sia per le comodità che deve offrire al viaggiatore, durante i lunghi percorsi (comodità che riducono lo spazio utilizzabile)

sia per la sempre maggiore solidità richiesta dall' aumento della velocità.

Le carrozze di detti treni non dovrebbero avere proporzioni inferiori ai vagoni Pullmann tanto per la loro assoluta resistenza, quanto perchè non è prudente che vagoni di diversa resistenza compongano un treno lanciato a grande velocità, così per il regolare andamento e servizio del treno, come per garantire ugualmente la vita dei viaggiatori adoprando vagoni della stessa resistenza.

(Continua).

Ing. GIUSEPPE SPERA.

IL RICCO PORTALE DEL 1534, DI ARTISTA COMACINO

(GIAN LORENZO SORMANI D'OSTENO)

NELLA CHIESA DI CONDINO IN VAL GIUDICARIE.

Le schiere dei volontarii garibaldini che nel 1866 occuparono la valle di Storo e Condino, spingendosi fino ai contrafforti irti di fortificazioni di Lardaro, ebbero occasione di soffermarsi durante le marcie sulla piazza della chiesa arcipretale di Condino, e più d'uno degli improvvisati ed ardenti seguaci del duce dei mille potè notare ed ammirare il grandioso portale, riccamente scolpito, di quel tempio, degno di rivaleggiare per eleganza e varietà di bassorilievi con quelli ben noti a molti di loro delle cattedrali lombarde o più specialmente del Duomo di Como, che quelle giovani milizie avevano abbandonato pochi giorni prima, frementi d'amor patrio.

V'era in quella visione non so qual suggestiva e potente impressione della terra natale da cui erano partiti, e con qual gioia avrebbero potuto constatare, fra lo strepito dell'armi e nella fretta del passaggio, che quel monumento portava impresso il nome altresì dell'artista comacino, un Sormani di Osteno, cui era dovuto! Erano essi dunque ancora in terra italiana e fin là s'erano spinti i nostri artisti lombardi tre secoli prima quasi per meglio affermare coi nuovi venuti la comune fratellanza di patria e d'intenti?

Ma, lasciando queste considerazioni che ponno sembrare superflue in chi si occupa di studi d'arte, il portale testè indicato della chiesa di Condino, una delle sette pievi della valle con Brione, Cimego, Storo, Lodrone e più lontano Darso e Bagolino, merita davvero un breve cenno di ricordo ed illustrazione come già s'è fatto in *Arte e Storia* non foss'altro che perchè opera in gran parte di artista delle rive del lago di Lugano, tanto più essendosi ora in grado di offrire una buona e recente riproduzione fotografica di quell'opera d'arte.

Come concordemente giudicarono esperti conoscitori, quel portale in viva pietra e marmo è per sè grandioso e di certa imponenza, ed anzi il chiaro Prof. Alberto Ilg, Direttore del Museo imperiale di Vienna,

che si occupò di esso alcuni anni or sono e ne patrocinò la conservazione presso il Governo, chiama questo portale « una delle più nobili manifestazioni d'arte della monarchia » e lo riconosce « dovuto alla mano di un distinto maestro del secolo XVI e della più alta importanza per la sua relazione stilistica colla scuola di Leonardo da Vinci. »

Senza riconoscere in tutto esatta questa osservazione che può riferirsi solo al modo con cui sono modellate le testine di santi nei candelabretti laterali, non avendo del resto quel sommo artista lasciato traccie sensibili per quel che si riferisce alla decorazione scultoria per la qnale specialmente va pregiato il portale di Condino, esso fu sempre ammirato e dai terrazzani del luogo e dagli studiosi che lo ebbero sott'occhio, tantochè se ne occupò estesamente « l'Archivio Storico Trentino » del 1891 ed è oggidì abbastanza conosciuto.

La chiesa arcipretale di Condino che va decorata di sì bell'ornamento guasto sgraziatamente oggidì dal dipinto barocco a tergo, risale alla fine del XV° secolo, essendo la precedente chiesa in luogo rovinata nel 1383, ed è un comacino della borgata di Osteno sul lago di Lugano, Albertino del fu Bernardo Comandi, che ne incominciò la fabbrica nel 1495, attendendovi alacremente con qualche altro suo compaesano, sì che la chiesa, ultimata nel 1505, veniva poi consacrata nel 1510.

La torre campanaria già era stata incominciata da un altro comacino Maestro Martino di Osteno, oriundo della frazione di Claino di quella località e la chiesa è abbastanza spaziosa, ad una sola navata e con nove altari, fra cui notevole l'altar maggiore con un'ancona di marmo nero e ornati policromi offrente allo sgurdo un'arcata dietro cui è rappresentata in grandezza naturale l'Assunzione di Maria Vergine, pregevole opera di fonditori e intagliatori bresciani ultimata solo verso la metà del XVI° secolo.

Ma, venendo al portale che più specialmente ci interessa, fu nell'anno 1534 che il Comune di Condino concludeva, per il prezzo abbastanza notevole di 175 ducati, con *Giovan Lorenzo Sormani* di Osteno, il contratto per l'esecuzione sua; fu essa compiuta due anni dopo nel 1536, e il nome dell'artista vedesi poi chiaramente inciso sulla fascia del pilastro di destra della porta, come segue: IO. LAV. SORMANVS D. HOSTENO MEDIOLAN. SC. A. D. MDXXXVI.

Con lui sappiamo, lavoravano allora a Condino un Battista di Giovanni Donato Quadri di Osteno e un Giovanni Antonio di Giovanni, di Trevano *de lacu Lugani dioecesis Mediolani... lapicidi,* ma non erano forse che semplici ajuti e il nome che figura sul portale, foggiato con un bel marmo cristallino affine a quello di Gandoglia e tolto dalla cava di Bardol presso Condino, è quello solo del Giovan Lorenzo Sormani.

Il portale, descritto egregiamente anche dal Prof. Ottone Brentari nella sua apprezzata guida del Trentino, è di grandi dimensioni, di forma rettangolare ed ha ai lati, sopra uno zoccolo di marmo collocatovi posteriormente, due lesene di ricca decorazione scultoria sui cui ca-

pitelli a volute joniche e fogliame d'acanto poggia un architrave di elegante lavorazione con sei testine alate d'angioletti di squisita fattura.

Al disopra dell'architrave, in un corpo sporgente a guisa di edicoletta di coronamento, sta un bassorilievo colla imagine ritta in piedi di Maria fra angeli, ed ha la scritta abbreviata in alto, tolta dal noto versetto del libro dei Cantici: *Veni, electa mea, formosa filia Ierusalem, corona vitae meae.*

Più in basso invece, su pilastri addossati alle due lesene di fianco, si svolge l'arco a pieno centro della porta propriamente detta colla

scritta in bei caratteri dal rinascimento: *Vere, non est hic aliud nisi domus dei et porta coeli*, molto bene appropriata ed allusiva all'essere il tempio di Dio la porta delle regioni celesti.

Date queste linee generali, ciò che avvince più di tutto l'attenzione in questo portale, si è la gradevole armonia di disegno ed aggetto dell'intero lavoro e l'accurato studio dei particolari architettonici delle diverse modanature. Leggiadro il cornicione nelle sue linee organiche senza che pesi di soverchio sulle rispettive lesene già per sè sminuite di poderosità dalle ricche ornamentazioni a bassorilievo, ben tracciato l'archivolto con due sfere ornamentali nei pennacchi e che si disegna a meraviglia sulle imposte di legno, pregiato lavoro di un Battistino del Guasto di Riva, e se qualcosa v'è a dire, in linea d'arte, su quell'edicoletta di coronamento, nè di gran vaglia si appalesa il bassorilievo ivi postovi colla Vergine assunta, va osservato che fa pur d'uopo tener conto della predilezione avutasi in passato, come in altra chiesa di Fano, per tabernacoletti consimili, nè, data la necessità sua, esso poteva essere meglio armonizzato col sottostante portale di pretto gusto classico.

Ma dove, per la parte scultoria in particolare modo, non si ponno che fare elogi all'artista comacino Giovan Lorenzo Sormani, il quale pur firmandosi nel contratto col modesto nome di tajapietra, aveva in sè le doti di perito architetto e nel tempo stesso di valente scultore, si è nei candelabretti delle due lesene laterali, d'una vaghezza e d'una grazia veramente da grande artista.

Già di sculturette diverse, cogli emblemi della passione, la croce, i chiodi, le spugne. il martello, ecc. mostransi decorati i pilastri e l'archivolto verso il vano della porta; ma nelle lesene sono busti di santi, e così tre fiigurine per cadauna lesena, che il Sormani elesse a titolo di elementi decorativi, valendosi degli attributi della loro vita e del rispettivo martirio per servirsene nell'ornamentazione dei candelabretti.

Vediamo così al sommo della lesena di sinistra, sotto una soave testa di fanciulla, dai lunghi ricci spioventi con corona a nimbo, rappresentante Santa Caterina e designata al disotto del medaglione colle lettere S. CA, la ruota del suo supplizio intrecciata con un ramo di palma.

San Lorenzo sotto di essa, designato colle sole iniziali S. LA. e con nimbo sulla testa, ha al disopra la graticola intrecciata colla palma del martire, e, poco più in basso due occhi fissati all'estremità di un'asticella incrociata con un ramo di palma, rivelano la vergine S. Lucia S.LV.

Sulla lesena di sinistra, sempre d'alto in basso, la testa di fanciulla con nimbo e trecce avvolgenti le tempie è quella di S. Agata, S. AG. e la qualificano al disopra due mammelle donnesche su un'asticella accomunate colla palma dei santi.

Sotto di esse San Sebastiano S. S B., raffigurato da un profilo giovanile di testa con capelli lisci dietro è qualificato per sè dalla freccia annodata col ramo di palma e chiude la serie la bella effigie nimbata di Santa Apollonia S. AP., avente al disopra del medaglione la lunga tenaglia col dente avvinta col ramo di palma.

É specialmente su queste sei testine che si soffermò l'attenzione dell'Ilg giudicandole egli come derivazione diretta da tradizioni di scuola lombardo leonardesca; ma, non meno e fors'anche più d'esse rivelano il gusto del rinascimento, quale si svolse a Lugano ed a Como, le due specie d'imprese, non in tutto spiegabili, che veggonsi in basso nelle basi delle due lesene.

Sullo zoccolo di sinistra è un braciere a tre piedi e tra le fiamme che si levano da esso una mano che brandisce un pugnale: ai lati del braciere pende una tavoletta dai nastri svolazzanti colle parole da un lato *pugnia* e dall'altro *patria*, ciò che accennerebbe ad un concetto di lotta pel paese, dovendosi invece riferire al nome degli artisti la sottostante sigla S. F. S. a sinistra, poco riescendo comprensibile invece quella di destra T. F. T.

Sullo zoccolo del lato opposto è un altro braciere nelle cui fiamme sta una fenice che guarda verso il cielo, e le tavolette laterali, questa volta senza nastri, hanno le parole abbreviate *maciando* a sinistra, e *vivo* a destra, colla appostavi data del 1535 al disotto, le quali parole, attinenti alla fenice, esprimerebbero il concetto che ad essa si è usi di attribuire col *venir meno vivo* o meglio rivivo.

Terminata con ciò la minuta descrizione di questo portale di Condino e avvertito qui che, per l'affinità di disegno e per tecnica di lavorazione, allo stesso artefice scultore, Gian Lorenzo Sormani di Osteno, parrebbe ascrivibile in quella chiesa anche la pila dell'acquasanta che sappiamo, da atti d'archivio, essere costata tre ducati, fa duopo aggiungere che, per quante ricerche siano state fatte, nessuno altro lavoro venne in luce ascrivibile a questo stesso artista comacino.

Il Merzario, che è ancora la fonte più proficua al riguardo, non foss'altro che per copia di notizie, non lo menziona nei suoi due volumi sugli artisti comacini, e accenna solo sulle generali alla famiglia dei Sormani, che direbbe di Como e di Sormano ed è invece d'Osteno, come a famiglia che diede buoni artefici. Un Pace Antonio Sormani consta ebbe a lavorare intorno al battistero ed al pulpito dell'antico duomo di Savona, demolito nel 1542 e da dove furono trasferiti nell'attuale. A quello scultore si ascriverebbe pure una statua di Madonna a Savona, ma in realtà non sappiamo nemmeno se fosse quel Sormano della stessa famiglia del Gian Lorenzo Sormani di Osteno, com'è del resto presumi-

bilissimo, sussistendo tuttora il casato di Sormani nella borgata Ostenese, celebrata fra i turisti pel suo Orrido a poca distanza del paese.

Il navicellajo che ve li conduceva era ancora qualche anno fa pertinente alla locale e numerosa famiglia dei Sormani, ed anche nel XVII e XVIII secolo continuò quella vigorosa schiatta a fornire artisti scultori e stuccatori anche in lontane regioni.

Ma, pur non essendosi in grado di fornire maggiori informazioni al riguardo, avendo il precitato scultore lasciato il propio nome, la data, e la provenienza altresì da Osteno sul monumentale portale di Condino, non restano dubbii di sorta alcuna sull'esser suo e sul valore che ha realmente pei pregi testè menzionati di quel suo lavoro di scalpello che durò ben due anni, laonde possiamo giustamente e con orgoglio inscrivere il nome di questo Sormani fra quelli universalmente lodati degli artisti comacini di cui la Vall'Intelvi, in ispecial modo, fornì larga schiera.

Già sono noti in arte, di quella alpestre vallata, il Bartolomeo di Scaria della certosa di Farneta, il Medaglia che lasciò il proprio nome sull'abside di Santa Maria di Trento, il Vicari di Ramponio e il Novi di Lanzo per tacer d'altri, ed è bene venga ricordato fra sì eletto manipolo di operosi lavoratori, anche il Gian Lorenzo Sormani, di quello stesso paese di Osteno che già diede all'arte nel XV e XVI secoli i tanto celebrati fratelli Bregno di Roma e di Venezia.

DIEGO SANT' AMBROGIO.

STIMA DELLA INDENNITÀ

PER IMMOBILI ESPROPRIATI A CAUSA DI PUBBLICA UTILITÀ.

(Continuazione vedi pag. 152).

§ 14. Danni. — Alla stessa residua parte dell' immobile può sopravvenire un danno. E siccome per diminuire la indennità di espropriazione non si tiene conto, come si è detto, se non del vantaggio *speciale*, per accrescerla anche *speciale* deve essere il danno, cioè che non sia comune a tutti i vicini all'opera o che, quanto meno, sia fatto più grave dalla particolare natura di quel fondo. (*Cassazione di Roma, 11 dicembre 1883 e Cassazione di Torino, 31 ottobre 1885*). Oltre di che il danno medesimo deve essere *permanente, immediato, presente e diretto.* (*Cassazione di Roma, 30 aprile 1881*).

Così, trattandosi di fabbricati, il taglio a sbieco che deturpa parte o tutti i residuali compresi, dandogli una figura irregolare; l' impicciolimento dell' androne o del cortile da renderli molto meschini; la necessità di costruire la scalinata, se demolita, in sito angusto e con sfregio della regolare ripartizione degli appartamenti ecc.

E per fondi rustici il danno tra l' altro ha luogo:

1.° Quando la nuova strada venga a dividere il podere di un sol corpo in due o più pezzi, facendolo così perdere di pregio e d' importanza, massime se gli appezzamenti sgregati riuscissero di figura irregolare; oltre di che si hanno per gli stessi lavori fatti alla sfuggita e con poca diligenza, non potendo gli operai essere ben sorvegliati da chi li dirige.

2.° Quando detta nuova strada consiste in una ferrovia, il cui passaggio a livello più prossimo al fondo si trovi a notevole distanza da questo, ai cennati inconvenienti se ne aggiungono altri, come maggiori spese nei trasporti dei prodotti e concimi, non che perditempo e spreco di forze nelle andate e ritorni da un pezzo all' altro.

3.° Quando anche che la comunicazione tra i due pezzi esista nel tratto di ferrovia che li separa, se tale tratto è incassato o in rilevato, havvi perdita di suolo coltivabile per le rampe di ascesa e di discesa.

4.° Quando il fondo parzialmente occupato sia intieramente murato, a rendere tali anche le due parti divise dalla nuova via, fa mestieri costruire altri muri lungo i due lati di essa (1).

(1) Chi prima della espropriazione possedeva un fondo cinto e garantito da muri, ha dritto di pretendere che la parte di fondo rimastagli sia dallo espropriante ugualmente garantita. (*Cassazione di Napoli, 21 agosto 1884*).

5.° Quando la ferrovia viene ad occupare la parte di terreno fronteggiante la rotabile, il danno dello smembramento del podere è sostituito da altro talvolta maggiore, come la perdita del facile e comodo accesso e del sicuro ed economico mezzo di smercio dei prodotti. E se detta parte di terreno abbia i requisiti per divenire suolo edificatorio, di essi, come avanti si è detto, si terrà considerazione nella corrispondente stima.

6.° Quando per effetto della nuova strada una delle parti in cui è stato diviso il fondo divenga interclusa, deve porsi a calcolo la spesa per procurarsi nei modi di legge un'uscita sulla via pubblica attraverso i circostanti terreni di aliena proprietà. Ed anche ammesso che l'indicata parte limiti con altra via pubblica, se questa è di livello molto differente della parte medesima, si avrà sempre una perdita di terreno per la rampa di accesso e talvolta anche la spesa del vano di entrata in muratura con la corrispondente chiusura.

7.° E quando la residua parte del fondo viene a riuscire di ampiezza assai piccola si ha per essa difficoltà di assoggettarla ad una conveniente rotazione, impossibilità di attuare talune colture e necessità di dover sostituire al lavoro spedito ed economico dell'aratro quello lungo e costoso della zappa. E si noti che se la estensione della medesima residua parte sia tale da rendere questa quasi inservibile al proprietario, la stessa dovrà dall'assuntore dell'opera pubblica comprendersi nella zona da occuparsi (1).

§ 15. — Il danno nella residua parte del fondo si verifica anche: 1) per la perdita del fabbricato o di altra comodità colonica contenuta nella zona espropriata; 2) per l'ombra del rilevato della nuova strada; 3) per la necessità di erogare una certa somma per proseguire i fossi o le siepi nei confini con la nuova opera, onde garantire i coltivati dalle depredazioni e guasti dei viandanti e dai pascoli furtivi, ed i terreni ad erba dallo sbandamento e dispersione degli animali; 4) per la soppressa o scemata irrigazione; 5) per la imposizione di servitù, come di concedere il passaggio ad altri fondi, di riceversi gli scoli ecc.; 6) per la perdita o diminuzione di un dritto, come di servirsi del pozzo, dell'aia, della cantina ecc. dell'attigua aliena proprietà, di potervi transitare, di sperdervi le acque esuberanti della propria industria ecc.

§ 16. — Altro deprezzamento può risentire la residua parte del fondo per la speciale natura dell'opera pubblica. Così nel caso di una ferrovia havvi il danno che il fumo e il vapore delle locomotive arreca a talune produzioni, e tanto per una via ferrata a trazione a vapore che per quella elettrica, fa mestieri ponderare l'altro danno prodotto dalle scosse dei treni in moto tanto ai vetusti o deboli fabbricati, anticipandone il rilasciamento, che ai cellai, impedendo che i mosti in fermentazione depositino le materie

(1) A richiesta dei proprietarî debbono pur considerarsi fra i beni da acquistarsi dagli esecutori dell'opera le frazioni residue degli edifizî e terreni in parte soltanto segnati nel piano di esecuzione, qualora le medesime siano ridotte per modo da non potere più avere pel proprietario una utile destinazione, o siano necessarî lavori considerevoli per conservarle ed usarne in modo profittevole. (*Art. 25 della legge in esame*).

che tengono in sospensione, ed alle fabbriche di prodotti chimici, per le quali si richiede l'immobilità nei processi di cristallizzazione, di chiarificazione e di decantazione.

La distanza della ferrovia agli indicati edifizi, onde non abbiano a verificarsi i cennati inconvenienti, dipende dalla natura geologica del suolo ove quella è impiantata, dalla circostanza di essere la stessa a *livello*, in *rilevato* o in *trincea*, e dalla ubicazione dalla più prossima stazione, sapendosi che in vicinanza di questa i treni rallentano la corsa. Il Chiarissimo Professore di Agraria Comm. Giuseppe Froio, nel suo libro intitolato: « *Lezioni popolari sul modo di fare e conservare i vini* » a pag. 131, in riguardo alla distanza della ferrovia dal cellaio, si esprime così: « *A me pare che la distanza minima di una cantina dalla ferrovia debba essere di 300 metri* » (1).

§ 17. — La legge di espropriazione (*Art. 44 ultimo comma*) non concede, indennità ai proprietari di fondi i quali dall'esecuzione dell'opera pubblica vengono gravati da servitù stabilite da leggi speciali, quali sono:

1.° Quelle riguardanti i frontisti delle vie tanto nazionali, provinciali e comunali che ferrate, per effetto della legge 20 marzo 1865 sui Lavori Pubblici;

2.° Le altre nascenti dal regolamento 6 settembre 1874 sulla Sanità Pubblica, relativo all'impianto di un Cimitero;

3.° E le servitù militari derivanti ai terreni circostanti tanto ai forti che agli stabilimenti governativi nei quali si confeziona, si manipola e si conserva la polvere da sparo o altra materia esplosiva, ai termini della legge 19 ottobre 1859 e regolamento relativo 22 dicembre 1861, non che del R. Decreto 27 luglio 1868.

Queste leggi speciali tra l'altro assegnano una distanza minima dall'opera pubblica pel piantamento di alberi di alto fusto, per la costruzione di case, per l'escavazione di pozzi ecc. Però tali divieti pei quali la legge di espropriazione non accorda indennità, implicando una futura limitazione del dritto di proprietà a far capo dal tempo della pubblicazione del piano di esecuzione, consegue che se in tal tempo si trovassero nella residua parte del fondo, i detti alberi, oppure le case, i pozzi ecc., ad una distanza dall'opera pubblica minore di quella prescritta dalle cennate leggi speciali, e l'espropriato fosse obbligato disfarsene, avrà dritto ad un compenso proporzionato al danno risentito. *(Art. 240 della legge sui LL. PP.)* (2).

(1) La Società delle ferrovie è responsabile dei danni verso il proprietario di uno stabilimento vinicolo, le cui cantine per la sopravvenuta costruzione della linea attigua si trovino pel passaggio dei treni, sottoposte a scosse o tremolio, tanto da non potere i vini in quelle riposti depositare le feccie e regolarmente chiarificarsi. (*Tribunale di Acqui, 18 febbraio 1896*).

(2) L'Art. 237 della legge sulle opere pubbliche dove è fatto divieto di costruire case o capanne di legno o di paglia, o solamente parte di paglia o di legno, e di fare cumuli di materie combustibili a distanza minore di 20 metri dalla più vicina rotaia della strada ferrata, induce una vera servitù legale che ai termini dell'Art. 46 non dà dritto ad indennità, se non nel caso in cui le opere vietate preesistono alla costruzione della ferrovia, e la Società costruttrice ed esercente la ferrovia ne richieda l'abbattimento. (*Cassazione di Roma, 15 novembre 1887*).

§ 18 — Trattandosi di un fabbricato, il proprietario deve inoltre essere rivaluto delle spese occorrevoli a mettere la residua parte di esso nello stato servibile, come ancora della perdita di pigione sino a che detta residua parte cominci a fruttare.

E pei terreni è dovuta un' indennità al proprietario tanto pei *frutti pendenti*, ossia pel prodotto immaturo degli alberi e per le messi attaccate al suolo che trovansi al momento che viene pronunciata la espropriazione (1), quanto per le *scorte in terra*, che consistono nelle spese fatte precedentemente detto momento nella zona da occuparsi, per arature, zappature, concimazioni, potature ecc. ,quali lavori campestri devono però riguardare future produzioni, estranee a detti frutti, il cui costo dev' essere sceverato dalle spese occorse per conseguirli.

§ 19. — Il valore del danno speciale ed immediato che possa risentire la residua parte del fondo, per causa dell'opera di pubblica utilità, è dato dalla differenza tra i prezzi della stessa prima e dopo l' occupazione. Esso valore, qualunque ne sia l' ammontare, sarà aggiunto alla indennità determinata a norma dell'Art. 40 della legge. Se invece la detta residua parte venisse nella propria stima considerata nelle nuove condizioni in cui l'avrà posta l' opera pubblica, nel risultante prezzo sarebbe implicitamente compreso anche il valore del danno (2).

§ 20. Annotazione. — Taluni assuntori di opere dichiarate di pubblica utilità, dopo la non riuscita dell'accordo amichevole coi privati proprietari, si fanno ad offrirgli con atto legale un secondo prezzo alquanto superiore al precedente.

Tale procedura fuori legge, pel lato morale depone sfavorevolmente a detti assuntori, perchè ne menoma l' autorità ed il prestigio; e pel lato materiale fornisce la pruova di avere eseguita una stima niente esatta per la determinazione della indennità, così che vedono la necessità di aumentarla, nella speranza di scongiurare una soccumbenza giudiziaria, e quindi l'obbligo delle relative spese. Ma se anche la seconda indennità è rifiutata, i detti assuntori non avranno raggiunto altro intento che quello di aversi procurato noie, perditempo e spreco di danaro, posto mente che l' art. 37 della legge in esame prescrive doversi mettere a confronto il prezzo fissato dal perito esclusivamente con quello contenuto nell' elenco pubblicato col piano particolareggiato di esecuzione.

(1) Compete indennità pei ricolti non ancora maturati all' epoca in cui è avvenuta la espropriazione (*Cassazione di Torino, 28 febbraio 1889*).

(2) Secondo l'Art. 40 della legge sulle espropriazioni per pubblica utilità, nel determinare il valore della parte del fondo non espropriata, non si deve aver riguardo nè al vantaggio nè al danno che ella può ricevere dalla nuova opera pubblica. Se questa reca danno speciale ed immediato alla parte del fondo non espropriata, questo danno per argomento dell' art. 40 della suddetta legge dev'essere estimato e pagato. (*Corte di Appello di Perugia, 18 gennaio 1882; Ministero della Guerra contro Della Valle*):

V. — Proprietari che non hanno subita alcuna espropriazione.

§ 21. — Ai termini dell'Art.. 46 della legge hanno dritto ad indennità, pei soli danni permanenti derivanti dalla perdita o dalla diminuzione di un dritto e da servitù non imposte da leggi speciali, anche i proprietarî attigui all'opera di pubblica utilità e che non hanno subita alcuna espropriazione.

I rapporti tra l'Amministrazione pubblica ed i privati proprietari sono regolati dall'Art. 46 della legge sulle espropriazioni per pubblica utilità (*Corte di Appello di Genova, 12 giugno 1892*; COMUNE DI PERUGIA *contro* CASATI).

L'Art. 46 della legge 25 giugno 1865 va applicato soltanto al proprietario limitrofo all'opera pubblica che non subì espropriazione, occupandosi gli Art. 40 e 41 della legge stessa della indennità per espropriazione parziale (*Cassazione di Torino, 25 giugno 1885; Cassazione di Firenze, 16 luglio 1885 e 10 febbraio 1879 e Cassazione di Roma 30 aprile 1881 e 24 gennaio 1883*).

I proprietarî di case fronteggianti la strada pubblica posta dentro l'abitato di un Comune han dritto al risarcimento dei danni permanenti derivanti dall'abbassamento o rialzamento del livello stradale. Danni permanenti, ai sensi dell'Art. 46 della legge sull'espropriazione per pubblica utilità, sono quelli che continuano per tutto il tempo in cui perdura il nuovo stato di cose creato dall'esecuzione dell'opera pubblica, non già quelli che si protraggono sino al compimento della stessa, come ad esempio la diminuzione di fitto per la difficoltà di accesso e il disagio di comunicazione con la strada. (*Cassazione di Torino, 18 gennaio 1901*; LOMBARDO *contro* COMUNE DI GENOVA).

I danni arrecati ad un edifizio per mutato livello della via debbono andare a carico del Municipio non del proprietario. (*Corte di Appello di Napoli, 6 Aprile 1870*; SERRA *contro* MUNICIPIO DI NAPOLI).

Se il proprietario non espropriato danneggiato dall'opera pubblica viene in pari tempo a ricevere dalla stessa vantaggi e benefizî diretti e speciali, il loro importo dovrà sottrarsi dall'ammontare del danno (*Cassazione di Firenze, 19 aprile 1876 e Cassazione di Torino, 8 maggio 1882*).

E ricordiamo che i vantaggi diretti e speciali non consistono nella nuova strada che viene a passare innanzi al fabbricato non espropriato, ma sibbene sono gli altri seguenti: rimozione di un attiguo edifizio rispetto al quale si aveva la servitù dell'*altius non tollendi* o l'obbligo delle *luci legali*, possibilità di poter illuminare compresi sino a quel tempo oscuri, di aprire nuovi vani sulla strada, di sopralzare nuove fabbriche ecc.

VI. — Occupazione del sottosuolo.

§ 22. Proprietà del sottosuolo. — Chi ha la proprietà del suolo ha pur quella dello spazio sovrastante e di tutto ciò che si trova sopra e sotto la superficie *(Art. 440 Cod. civ.)*. — Il proprietario del suolo lo è pure del sottosuolo illimitatamente e senza restrizioni *usque ad inferos;* quindi lo Stato che nella costruzione di una ferrovia escava una galleria, senza aver proceduto prima alla espropriazione del sottosuolo, deve rispondere di tal fattto verso il proprietario del suolo sovrastante. *(Cassazione di Napoli,* 7 luglio 1885; Fazzari *contro* Ministero dei Lavori Pubblici). — Per poter procedere alla costruzione di una galleria nella profondità di un monte, deve il proprietario del fondo sovrastante essere espropriato e indennizzato a norma dell' Art. 438 Cod. civ., (*Cassazione di Napoli, 7 luglio 1885*). — Il sottosuolo di una casa i cui piani appartengono a diversi proprietarî, forma oggetto di proprietà comune indivisa, e non spetta in modo esclusivo al proprietario del pianterreno *(Cassazione di Torino, 31 dicembre 1890)*.

§ 23. Indennità. — Allorchè per la costruzione di un tunnel, dichiarato opera di pubblica utilità, devesi occupare un sottosuolo, la relativa indennità sarà rappresentata da due elementi.

Il primo è costituito dal valore che avranno i materiali estratti, determinato nella supposizione che la escavazione del sottopassaggio si faccia a cura e spese del proprietario. Al riguardo dovranno considerarsi aperti pozzi se quel tratto di galleria e limitato da aliene proprietà (1). E si noti che il volume di detti materiali dovrà comprendere oltre quello che riempiscono il traforo con le opere di rivestimento, anche gli altri che si trovano nella zona che lo circuiscono, e che non possono essere sfruttati dal proprietario, a causa dei divieti legali. *(Corte di Appello di Napoli,* 18 marzo 1903; Mirabelli *ed* Impresa Parisi).

Il secondo dei riferiti elementi è formato dal valore dello spazio costituente il traforo, quale valore va basato sulle conseguenze dannose o vantaggiose che per effetto dell' opera pubblica viene a risentire il soprastante suolo, ossia sul minore o maggior prezzo preso da questo per causa dell'opera suddetta. Ed allora dovranno farsi due stime, l'una del suolo nello stato in cui trovavasi avanti la costruzione del tunnel, e l'altra di quello che è divenuto dopo la costruzione di questo. La differenza esprimerà il valore dello spazio suddetto.

Le prime di tali conseguenze, oltre quelle avanti indicate circa le scosse prodotte dai treni in moto (§ 16), sono: 1.° la dispersione della sorgiva che serviva per la irrigazione o per altro uso industriale; 2.° la perdita del sotterraneo strato di acqua che alimentava il pozzo; 3.° la impossibilità di

(1) Trattandosi di materiali di poca entità, il loro costo può essere negativo, però in tal caso ritarrà per l'espropriato sempre quello zero.

piantare alberi sul suolo coltivato superiore al sottopassaggio, quando abbia a temersi che le radici degli stessi possano danneggiare la muratura di quello; 4.° la soppressione della cisterna o della cantina escavata nel monte; 5.° la perdita della facoltà edificatoria del suolo. *(Corte di Appello di Genova, 8 gennaio 1867;* SOCIETÀ LIGURE *e* FERRO) ecc.

E le conseguenze vantaggiose si verificano tra l'altro quando il terreno sovrastante al traforo, viene per effetto di questo da acquitrinoso e melmoso a rendersi asciutto, quindi suscettivo ad esser posto a coltura o a dare maggiore produzione.

§ 24. — Rinvenendosi dall'espropriante nel praticare scavi nel suolo da occuparsi, prima che il Prefetto abbia pronunziata la espropriazione (1), la esistenza di una cava, oggetti di valore ecc., la proprietà di essi spetta *iure soli* al proprietario del fondo. (*Cassazione di Roma, 30 gennaio 1878;* BARZOCCHINI *contro* SOCETÀ *delle* FERROVIE *di* ROMA).

Conoscendosi pria della espropriazione che nel sottosuolo di un terreno soggetto ad espropriazione esiste uno strato di argilla, se ne deve tener conto nel computo della indennità comunque non se ne trovi in esercizio la estrazione. *(Cassazione di Roma, 16 aprile 1888).*

Però in detti casi l'espropriante dev'essere rimunerato con un certo premio, oltre il compenso cui ha dritto, per la qualità di scopritore della cava o di altro. (*Corte di Appello di Napoli, 19 maggio 1886;* FAZZARI *e* MINISTERO *dei* LAVORI PUBBLICI).

§ 25. — Se invece la cava, gli oggetti di arte od altro si fossero scoperti dopo la espropriazione, non può per tal fatto il proprietario pretendere un supplemento d'indennità.

In pendenza del giudizio di opposizione alla perizia, e quando il Prefetto abbia emanato il decreto che pronunzia la espropriazione, come nulla si oppone al passaggio della proprietà all'espropriante, così gli oggetti antichi scoperti nella escavazione del suolo, devono andare ad esclusivo profitto dello espropriante medesimo. *(Cassazione di Roma, 11 luglio 1892).*

Nessun dritto spetta al Tanlongo per le cave di pozzolana ritrovate nel fondo dopo l'espropriazione; nessuna indennità gli compete per tale scoperta: *neminem enim nec vendere nec exipere posse quod non sit, et lapidicinas nulla esse nisi quae appareant et coedentur. (Cassazione di Roma, 17 novembre 1885;* TANLONGO *e* MINISTERO *della* GUERRA).

Quando al tempo della espropriazione non siasi conosciuta l'esistenza di una cava nel sottosuolo del fondo espropriato, non può essa porsi a calcolo per aumentare la indennità. *(Cassazione di Roma, 13 gennaio 1886;* TANLONGO *e* MANCINI *contro* DIRETTORE *del* GENIO MILITARE *di Roma*).

Napoli, gennaio 1908.

Ing. Cav. Uff. CARLO SCALA.

(1) La espropriazione, come avanti si è detto, é pronunziata dal Prefetto a seguito della presentazione della perizia da parte dell'ingegnere e del deposito della indennità in essa indicata, da parte dell'espropriante.

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DELL'ANZA.

(Vedi Tavole dalla 22 alla 24d).

Notizie generali. — Il torrente Anza ha le sue sorgenti nel ghiacciaio principale del Monte Rosa, in Macugnaga, ed è l'ultimo affluente importante del fiume Toce in Valle d'Ossola, prima della sua confluenza nel Lago Maggiore.

La Valle Anzasca si stacca dal versante orientale dell'imponente gruppo del Rosa, e per ca. 36 Km. si estende in direzione da ovest ad est, fra contrafforti che si mantengono a notevoli altezze, frastagliati da valli secondarie di qualche importanza.

È ricca di boschi, ed una volta vi prosperavano le miniere aurifere, alle quali erano asservite numerose derivazioni, che ancora si incontrano nella parte superiore della valle.

L'impianto della Societa dell'Anza interessa l'ultimo tratto del torrente; la restituzione si fa appena a monte di una presa d'acqua della già Società *The Pestarena;* il canale è lungo Km. 6, 190, la presa è stabilita in Comune di Calasca, a ca. 500 metri dal Santuario della Madonna della Gurva.

Portate. Utilizzazione. — Il bacino dell'Anza, superiore alla presa del canale, misura una superficie di circa 250 Kmq.

Osservazioni annuali iniziate fin dal 1899 rivelano che la portata minima raggiunta è di 1600 litri, e che ciò si verifica normalmente nel mese di febbraio, e per pochi giorni.

Non si ha magra estiva.

L'impianto è costruito per una erogazione massima di 5000 litri al 1", essendosi fatto assegnamento, in base alle eseguite osservazioni, su una portata dell'Anza superiore a 3600 litri per 8 mesi dell'anno.

Si è provveduto alla deficienza durante le magre:

1.° Colla costruzione di un serbatoio d'acqua alla presa, ricavato nel letto del torrente, mercè il quale viene trattenuta l'acqua esuberante durante le ore di minor carico della Centrale.

2.° Coll' impianto in Novara, centro di consumo, di una centrale a vapore di riserva.

L'energia viene in gran parte trasportata a Novara, e quivi consegnata alla Società Anonima per imprese elettriche *Conti*, che la distribuisce ai numerosi stabilimenti della città e dei dintorni; il resto viene ripartito sulle diverse linee del Lago Maggiore, sulla sponda destra del Ticino, nella bassa Val Sesia, ed in tutta la zona al nord di Novara, dove si estendono le linee secondarie di distribuzione. (Vedi Tav. 22).

IMPIANTO IDRAULICO.

Le opere di presa comprendono essenzialmente:

a) La diga di sbarramento e serbatoio.

b) L' incile e pozzo di presa.

e) La vasca di decantazione e spurgo, e sfioratore di sicurezza.

Diga di sbarramento e serbatoio. — La diga è collocata in una posizione vantaggiosissima, sia nei riguardi delle fondazioni, che sono su roccia compatta affiorante, sia per il serbatoio d'acqua a monte, che viene a formarsi naturalmente in un allargamento dell' alveo del torrente.

È costituita da una traversa in muratura della forma normale, lunga in base ml. 33, avente il ciglio superiore alla quota 434, 80 cui corrisponde nel canale la competenza massima di 5 mc.

Detta traversa è interrotta dalla parte dell' incile per una tratta di 5 metri; la soglia di questo tratto è allo stesso piano del primitivo letto del torrente, in modo che vengono impediti gli inghiaiamenti a monte della diga, in corrispondenza della presa.

Sulla traversa suddetta sono erette quattro robuste pile in muratura e fra queste e le spalle sono gettati degli arconi, in modo che vi vengono a formare cinque grandi bocche larghe 5 metri, e della superficie di 18 mq. ciascuna; una di esse è più bassa delle altre, e costituisce, come si disse, lo scarico di fondo.

Cinque robuste porte in ferro, scorrenti su rulli, chiudono dette bocche, e possono essere manovrate dal ponte di manovra a mezzo di doppi argani a mano. La porta dello scarico di fondo è sospesa, oltre che alla doppia crimagliera, ad una doppia fune metallica scor-

rente su rotelle a gola; a tale fune è dall'altro lato delle pile applicato un blocco in cemento armato, che, quale contrappeso, facilita il sollevamento della porta stessa.

La chiusura pressochè ermetica delle porte, è ottenuta mediante applicazione di liste di tela cerata sulla loro superficie anteriore, in corrispondenza dei piani di scorrimento.

Tale operazione basta sia fatta una volta ogni stagione, ed è possibile per intero in 4 porte, giacchè esse possono essere mantenute fuori acqua. Le liste di tela non ostacolano d'altre parte il sollevamento delle porte stesse, quando necessitasse aprirle per un improvviso rigonfiamento del torrente.

La quota del pelo d'acqua nel serbatoio a monte della diga è 440,25; ad essa corrisponde un ciglio sfiorante della lunghezza di circa 25 m. ricavato sulle parti laterali dello sbarramento. Per esso passano le eventuali eccedenze d'acqua quando le paratoie sono chiuse; costituisce inoltre un provvedimento di sicurezza in caso di false manovre.

Alla quota d'invaso 440,25 corrisponde un accumulazione di 50 000 mc. d'acqua; però sia nella calcolazione delle opere, sia nell'eseguito innalzamento e spostamento della strada provinciale di Valle Anzasca pel trattato che costeggia il serbatoio, si è previsto di raggiungere la quota 442,25 alla quale corrisponde un invaso di 80 000 mc. circa.

Le paratoie vengono abbassate all'inizio della magra invernale, e non vengono sollevate che in primavera, al cessare della magra. Durante il resto dell'anno le bocche restano aperte, e possono così lasciar defluire 600 mc. d'acqua al 1″, portata questa che non è probabile sia raggiunta nelle piene dell'Anza.

Incile e pozzo di presa. — L'incile è costituito da un'unica bocca larga m. 5, collocata in sponda destra dell'Anza, a m. 3,50 a monte del fronte della diga. Esso è protetto da una griglia a maglie larghe e porta soltanto due stivi per i soliti panconcelli.

Il primo tratto di canale fa subito una accentuata curva, e si restringe a 4 metri; è costruito in bolognini nell'intendimento che non debba mai essere riparato.

Esso fa capo al pozzo di presa, nel quale, e sulla parete che costituisce il prolungamento della diga, si innestano il canale di scarico delle ghiaie, ed il canale derivato principale.

La prima bocca è chiusa da una paratoia in ferro a scorrimento, comandata dall'alto, la seconda è munita di una paratoia circolare a tenuta imperfetta, ma facilmente manovrabile.

Si è con ciò prevista la necessità di dover variare la luce della bocca di presa sia per aver diverse portate nel canale, sia per mantenerla costante indipendentemente dal variare dell'altezza dell'acqua nel serbatoio.

Sul pozzo di presa è collocata la casetta d'abitazione del guardiano.

Vasca di decantazione e di spurgo. - Sfioratore di sicurezza. — La vasca è collocata fra le progr. 70.50 e 110,50. È a fondo più basso del fondo del canale, con pendenza convergente verso la bocca di scarico.

In fregio al muro dal lato del torrente è praticato lo sfioratore di sicurezza, lungo circa 40 metri; il tutto è ricoperto in tavole su ferri sagomati.

Alla fine della vasca è collocata una griglia a sbarre avvicinate, e subito dopo, nella sezione del canale divenuta normale, è montata una paratoia in ferro a buona chiusura.

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Lo sviluppo delle turbine a vapore negli Stati Uniti d'America (1). — Dalle tabelle sotto riportate, si può farsi un'idea abbastanza vicina al vero dello sviluppo assunto dagli impianti con turbine a vapore negli Stati Uniti d'America a tutto il 31 Dicembre 1907; compresi quelli in via di esecuzione e quelli in ordinazione, e riguardanti i tipi di costruzione Westinghouse Parson (Societé Westinghouse) e Curtis (General Electric C.).

TABELLA I.

Con turbine sistema Westinghouse-Parson.

	Numero degli impianti	Potenza complessiva in Kw	Potenza media in Kw delle singole unità
Impianti combinati per luce e per servizii tramviari	69	283 600	1975
Stazioni Centrali per luce	73	180 100	1440
Stazioni di blocco	7	3 200	400
Impianti cittadini	11	8 700	570
Trasformazione della trazione a vapore sulle ferrovie, in trazione elettrica	4	46 900	3350
Impianti industriali	81	76 300	603
» per miniere	19	21 950	686
Impianti dello Stato	4	12 250	1225
Impianti diversi	14	88 700	483
Totale	282	640 700	—

Di questi: 99 250 Kw in impianti inferiori ai 1000 Kw; 223 400 Kw in impianti superiori a 10 000 Kw di potenza installata. In via di esecuzione al 31 dicembre 1907 si avevano 60 turbine della potenza complessiva di 153 550 Kw mentre altre 433 macchine per 487 150 Kw di potenza complessiva, erano state spedite ed in via di montaggio.

(1) *Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen.*

Tabella II.

Con turbine sistema Curtis.

	Numero degli impianti	Potenza massima in Kw	Potenza singola media in Kw
Centrali per luce e per servizi tramviari e ferroviari	261	986 020	3728
Impianti industriali	288	87 675	305
Totale	549	1 073 695	1956

	Numero delle macchine	Potenza media per unità in Kw	Potenza complessiva in Kw
Installate al 31 dicembre 1907 . . .	943	857	807 610
Ordinazioni	153	1739	266 085
Totale macchine installate al 31 dicembre 1907 . . .	1096	980	1 073 695
Ordinazioni a tutto il 1.° febbraio 1908 data di chiusura della gestione industriale	325	881	286 320

Dei 549 impianti, 314 hanno una potenzialità uguale od inferiore ai 1000 Kw; 235 con potenzialità maggiore ai 1000 Kw.

Intorno alla preparazione del nichelio malleabile. — Il nichelio metallico che si trova nel commercio, d'ordinario è fragile, e non si lascia lavorare, poichè, col processo attualmente impiegato per la sua estrazione, non subisce la fusione. È noto, infatti, che per ottenere questo metallo si comprime l'ossido estratto dai minerali per via umida entro un crogiuolo, dopo di averlo mescolato a segatura di legno ed a melassa e lo si riscalda a temperatura inferiore al suo punto di fusione. Il prodotto della riduzione trattiene dell'ossido e non è che dopo il 1878 che si è trovato modo di liberarlo da questo componente applicando il processo Fleitmann cioè fondendo il metallo coll'aggiunta di una quantità di magnesio proporzionata all'ossigeno che vi si trova combinato. Più tardi Wiggin e Johnstone sostituirono al magnesio il manganese. Il nichelio che si ottiene con questi trattamenti è però ancora inquinato di carbonio e non può dirsi perfetto.

Per ottenere il nichelio malleabile occorre che il metallo sia privo per quanto è possibile di carbonio. La qualità che meglio conviene è quella

che si ha col processo ordinario di cementazione. Il nichelio ottenuto elettricamente si presta meno bene perchè si ossida troppo facilmente, mentre quello che si ha per fusione è relativamente assai ricco di carbonio.

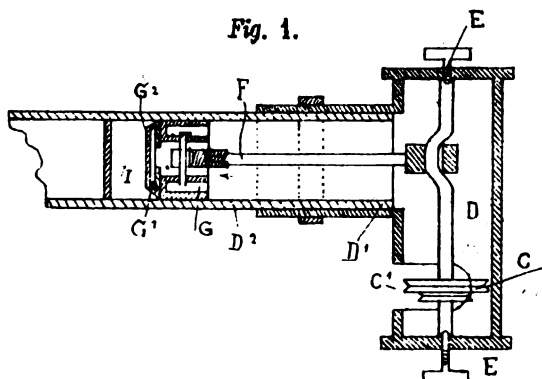
La fusione deve farsi in crogiuoli che non contengano carbonio e perciò sono da escludersi quelli di grafite e da preferirsi quelli di argilla refrattaria. Come agente riduttore devesi aggiungere del manganese introdotto direttamente nel crogiuolo col nichelio. La quantità che si richiede è di circa 1 % e non si rende necessario di rimescolare il metallo fuso nè l'aggiunta di alcun fondente.

Il metallo deve essere versato in una matrice aperta, allontanando lo strato superiore prima di procedere alla colata; la laminatura si può eseguire tanto a caldo come a freddo.

Utensili a comando elettro-aerodinamico. *(Sistema Curti)* (1). — Sono note le difficoltà che si oppongono alla applicazione del motore elettrico per comando di perforatrici ed altre simili macchine operatrici, richiedenti una grande elasticità di funzionamento date le irregolarità delle resistenze che si hanno da vincere.

Le perforatrici ed i martelli ad aria compressa, che presentano al sommo grado tale elasticità, ebbero finora buon giuoco nella concorrenza malgrado la difficoltà talvolta gravissima di addurre l'aria compressa dal generatore fin sul cantiere, sovente posto in località di accesso difficile.

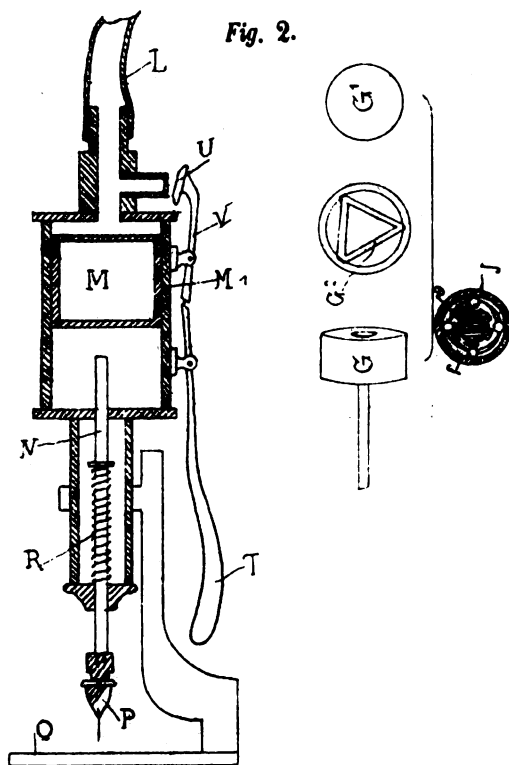
Già per i grandi magli si era ideato un comando elettrico indiretto, ottenuto facendo agire il pilone per mezzo di aria compressa da un motore

Fig. 1.

elettrico; il Sig. Curti ha ora fatto un altro passo trasmettendo il lavoro fornito da un motore elettrico agli utensili mediante un dispositivo, che potremo chiamare aerodinamico, nel quale entrano in giuoco pressioni molto piccole, positive e negative.

(1) Dal *L'Elettricità.*

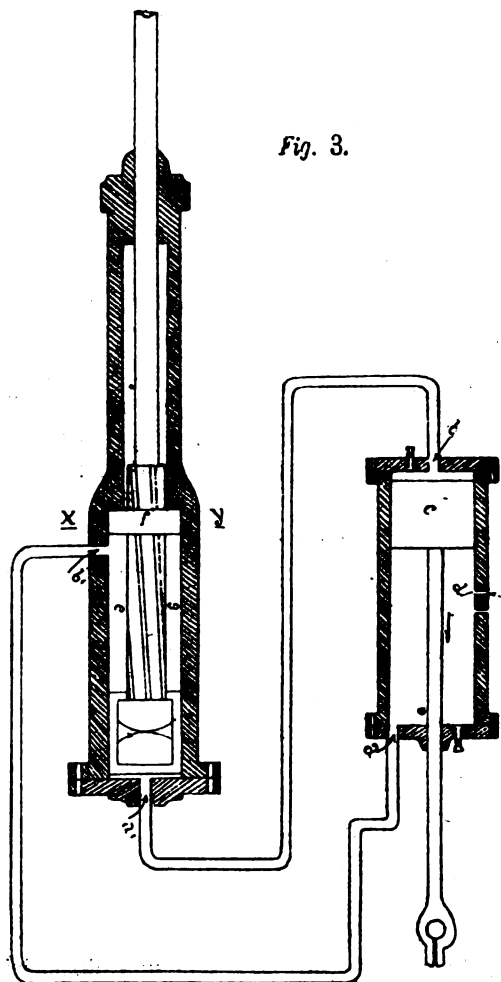
In sostanza il motore elettrico agisce sopra una tromba aspirante-premente collegata per mezzo di brevi tubazioni flessibili con uno o parecchi corpi di tromba il cui stantuffo comanda l'utensile percussore. Abbiamo così una trasmissione di elasticità ideale richiedente compressioni di fluido piccolissime, e non certo paragonabili alle pressioni d'introduzione occorrenti negli utensili ad aria compressa che lavorano con ciclo ad espansione. Uno stantuffo di 8 cm. di diametro può fornire 50 Kg. di sforzo assiale con un dislivello di pressione di appena 1 atm. fra le due camere, e cioè con 0,5 atm. di compressione e altrettando di rarefazione.

In tali condizioni e funzionando il cilindro motore e quello generatore a

Fig. 2.

doppio effetto non si ha neppure un riscaldamento apprezzabile grazie alla contemporaneità dei due fenomeni di compressione e rarefazione aventi luogo rispettivamente nelle due camere di ciascun cilindro.

Il gruppo motore può sempre essere condotto nello stesso cantiere perchè può avere dimensioni ridottissime, ed un cavo elettrico può essere steso dovunque in poco tempo. Infine il rendimento organico deve riuscire assai elevato, perchè le fughe sono certamente trascurabili, ed assai ridotti gli attriti.

Il suo campo d'applicazione essendo evidentemente vastissimo, è probabile che questo sistema di comando elettro-aerodinamico debba rapidamente imporsi e vincere il comando ad aria compressa in breve tempo tanto più che richiederà impianti assai meno costosi.

Fig. 3.

Dalla descrizione del brevetto riproduciamo a titolo d'esempio e per meglio chiarire il principio di funzionamento, alcune figure schematiche. Le figure 1 e 2 danno esempio d'una macchinetta a semplice effetto destinata ad operare l'incisione e la perforazione di lastre sottili metalliche o di qualsiasi altra sostanza. La figura 3 illustra invece uno schema di perforatrice.

Di alcuni nuovi tipi di indicatori ed apparecchi di taratura (1). — La costruzione degli indicatori ha fatto in questi ultimi anni e specialmente in Germania notevoli progressi, diretti in special modo a rendere minori gli effetti del calore sulle molle onde ridurre le cause d'errore.

Indicatore Rosenkranz (1902).

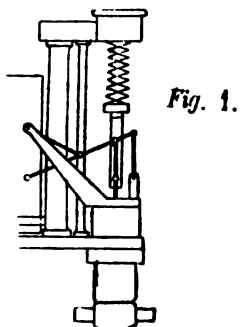
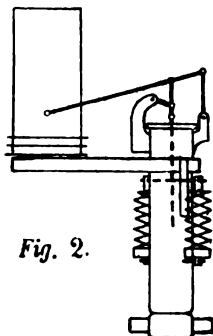
Fig. 1.

Indicatore Maihak (1902).

Fig. 2.

Nell'anno 1902, Rosenkranz presentò il primo modello di indicatore con molla esterna soggetta a compressione il cui sopporto veniva a poggiare su una colonnetta vuota internamente; il momento di rovesciamento veniva annullato dall'azione di un tirante disposto parallelamente alla colonnetta di supporto della molla (vedi fig. 1).

Nello stesso anno venne messo in vendita un nuovo modello di indicatore

Indicatore Stans (1903).

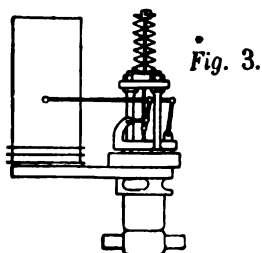
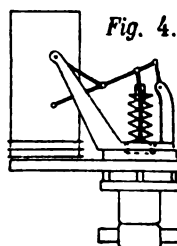



Fig. 3.

Indicatore Willner (1904).

Fig. 4.

Maihak (fig. 2) con due molle esterne e con una disposizione semplice e pratica della lancetta scrivente.

Questo indicatore però cedette ben presto il posto al nuovo indicatore Staus (fig. 3) con molla unica tesa; in quanto l'impiego di due molle non dava sicuro affidamento sulla precisione delle indicazioni.

All'inizio del 1904 apparve sul mercato il nuovo indicatore Willner-Maihak (fig. 4) nel quale la molla veniva avvitata direttamente senza pezzo di raccordo sul coperchietto di chiusura dell'indicatore, e poichè dal punto

(1) Da una conferenza di Hr. Maihak al Collegio degli Ingegneri di Amburgo.

di vista del riscaldamento la molla si trovava in posizione sfavorevole così si pensò di isolare il coperchietto dal corpo cilindrico dell' indicatore stesso con tre spessori di nickel isolati tra loro.

Indicatore Schäffer e Budenberg (1903). *Fig* 5.

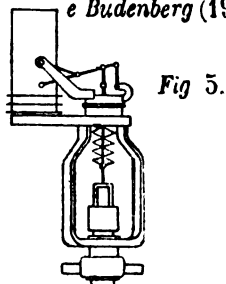
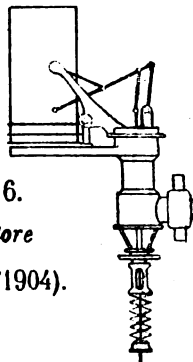



Fig. 6. *Indicatore Tesdorpf* (1904).

Quasi contemporaneamente all' indicatore della fig. 3 si ebbe anche l' indicatore Schäffer e Budenberg rappresentato nella figura 5; il meccanismo scrivente è libero e disposto opportunamente e la molla Crosby è avvitata

Indicatore Rosenkranz (1904). *Indicatore Rosenkranz* (1905)

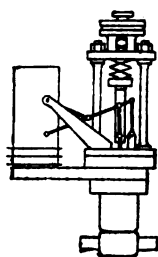
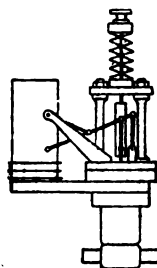



Fig. 7. *Fig.* 8.

inferiormente al coperchietto dell' indicatore con disposizione consimile a quella usata negli indicatori a molla interna. Il cilindro è sostituito da una incastellatura a cestello con due o tre braccia, per modo che la molla viene a lavorare in modo conveniente.

Un nuovo concetto costruttivo si riscontra nell' indicatore ideato da Tesdorpf sulla fine dell'anno 1904 (vedi fig. 6), dove la molla sollecitata a compressione è disposta inferiormente al cilindro, mentre l'ammissione del vapore, ha luogo lateralmente.

Lo stantuffo viene a trovarsi conseguentemente tra la molla ed il meccanismo scrivente.

Sempre nell'anno 1904 Rosenkranz presentò l'indicatore della fig. 7, dove alla molla laterale della fig. 1 venne sostituita una molla disposta simmetricamente tra due colonnine di guida e sostegno del coperchietto dell' indicatore.

Gli altri tipi di indicatori che andremo man mano descrivendo non hanno caratteristiche speciali essendo basati tutti indistintamente sul concetto della

Fig. 9.

Indicatore Scäffer e Budenberg (1905).

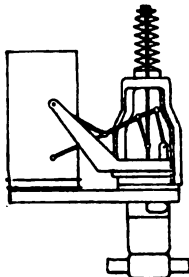
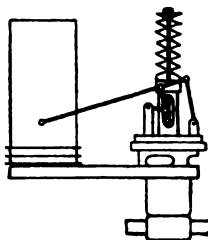
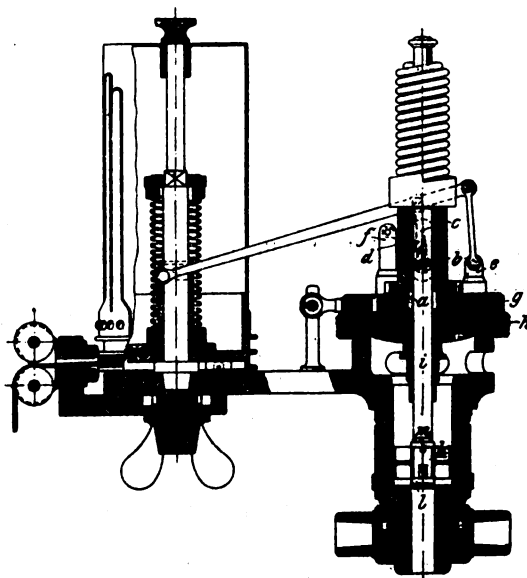



Fig. 10.

Indicatore Maihak (1906).

molla sottoposta a tensione rappresentato schematicamente nella figura 3; presentano invece qualche interessante dettaglio costruttivo.

Così nella fig. 8 è rappresentato un' indicatore Rosenkranz (1905) e nella figura 9, uno di Schäffer e Budenberg (1905).

Fig. 11. *Indicatore Maihak.*

Per l'indicatore Staus già noto fin dal 1903, si ebbero a rilevare in pratica alcuni inconvenienti dovuti alla lunghezza eccessiva ed alla massa dell'asticina dello stantuffo e delle leve di rimando, mentre le guide del-

l'asta (nel porta molla, nel coperchietto del cilindro e nell'interno del cilindro stesso) riducevano la sensibilità dell'istrumento. Si deve ancora aggiungere la possibilità di scentramenti del porta molla dovuti ad urti meccanici o per sforzi interni determinati da variazioni di temperatura.

Difetti questi che si riscontrano anche negli indicatori rappresentati nelle figure 8 e 9.

Ulteriori prove e studi sull'argomento portarono alla costruzione del-

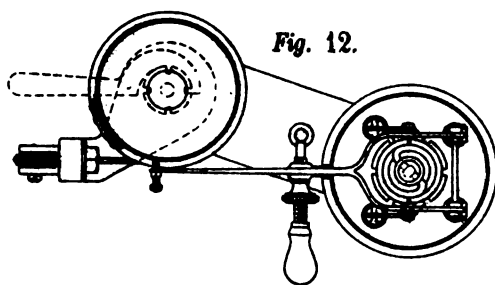



Fig. 12.

l'indicatore rappresentato nella figura 10, per il quale si seppero eliminare tutte le cause d'errore alle quali si accennava più sopra.

Differenza essenziale sta nel fatto che il sistema di leve di comando dell'asta scrivente non è più compreso nel cavalletto reggi-molla, ma disposto bensì all'esterno. Con tale modificazione, l'asta dello stantuffo riesce più corta e meglio guidata, in quanto viene eliminata senz'altro la testa a croce; l'insieme delle leve riesce più facilmente ispezionabile e la costruzione stessa dell'apparecchio, di molto semplificata.

Le figure 11 e 12 rappresentano l'apparecchio in sezione e visto dall'alto.

Un moderno impianto idro-elettrico americano. — L'impianto idroelettrico della Great-Falls che funziona normalmente da qualche mese soltanto, utilizza le acque del fiume Catawba, sviluppando un'energia di 43000 HP. Nella figura 1 è rappresentata schematicamente la planimetria generale delle opere di presa e di utilizzazione; il bacino imbrifero del fiume ha una superficie di circa 10850 Kmq. mentre dai dati statistici del U. S. Geological Survey si rileva un deflusso minimo di 0, 0055 mc. al secondo per Kmq., con una media durante otto mesi dell'anno di 0, 0084 mc. al 1''. I deflussi nelle epoche di piena ed in base ai quali si calcolarono le opere di presa, raggiungono 0, 55 mc. per minuto secondo e per Kmq.; valore che va annoverato fra quelli massimi che si riscontrano nei fiumi americani e che non si verificano per nessun fiume europeo.

Basterà ricordare che il fiume Reno ha una portata normale a Basilea di 325 mc.-1'' ed una massima normale di 2130 mc.-1'' raggiungendo una portata di piena di 5300 mc.-1'' e cioè di circa 16,3 volte quella normale;

nell'impianto dalla Great Falls le acque di piena superano di ben 65 volte quelle normali.

Una prima diga bassa a monte di Mountain Island convoglia le acque del fiume nel braccio di destra del fiume stesso, attraverso al quale e molto più a valle è costruita una seconda diga dalla quale ha inizio il canale di

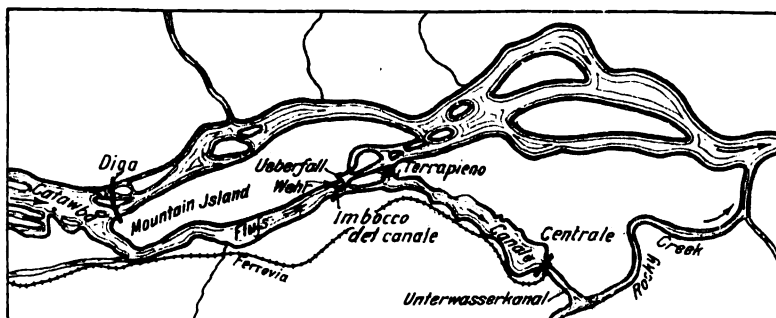
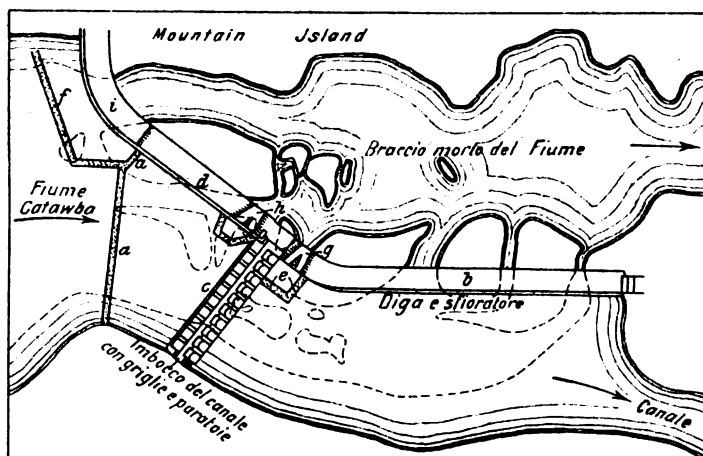
Fig. 1. — Planimetria generale.

derivazione, che comprende una valletta laterale, chiusa nel punto di utilizzazione da una terza diga di trattenuta. L'officina generatrice è costruita immediatamente a valle di questa diga, come si rileva nelle fig. 7 ed 8 intercalate nel testo.

Fig. 2. — Pianta delle opere di presa.

Un canale di 400 metri di lunghezza scarica l'acqua nel confluente Rocky Creek e da questo nel Catawba (vedi fig. 2).

La prima diga a monte della Mountain Island ha un'altezza da 2 e 2,5 metri e la sua costruzione non presentò speciali difficoltà.

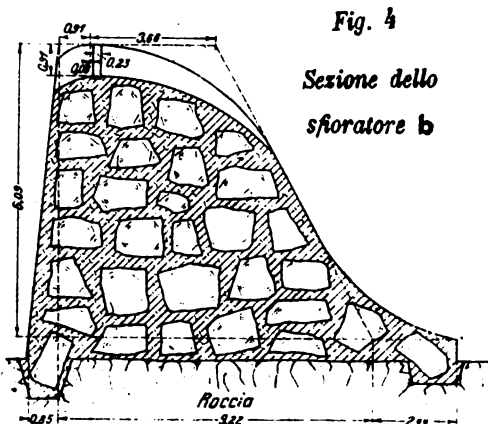
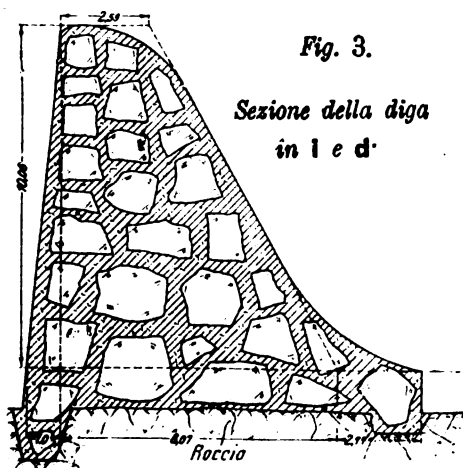
Maggior interesse dal punto di vista costruttivo si ebbe nella costruzione

della seconda diga di trattenuta (fig. 2) per la quale si resero necessarie opere provvisorie *a* per costringere il corso d'acqua nel ramo di sinistra del fiume. Si procedette in seguito ad innalzare la sponda *b* che funziona contemporaneamente da sfioratore, il manufatto delle paratoie *c*, il prolungamento della sponda del canale *d*, e da ultimo le dighe provvisorie *e* ed *f*. In seguito venne abbattuta la diga provvisoria *a* obbligando l'acqua a scaricarsi attraverso le luci *g* ed *h* munite di paratoie provvisorie.

L'ultimo manufatto costruito in ordine cronologico fu il tratto di diga contrassegnato colla lettera *i* nelle figure, che ha una lunghezza di circa 70 metri ed una cubatura di muratura di 4600 mc.; quest'ultima costruzione venne ultimata in nove giorni lavorando anche di notte.

La sezione della diga nei punti *i* e *d* è rappresentata nella fig 3, quella del manufatto sfioratore nella fig. 4 nella quale si vedono le guide praticate nella muratura per l'imposta delle panconature di sovralzo del pelo

Fig. 3. *Sezione della diga in i e d*

Fig. 4 *Sezione dello sfioratore b*

d'acqua. La costruzione in ferro della griglia a larghe maglie assicurata all'imbocco del canale nel manufatto delle paratoie è calcolata in previsione di una chiusura totale dell'area di passaggio della griglia per effetto del ghiaccio e quindi sufficiente a resistere alla pressione totale dell'acqua. La distanza tra le sbarre della griglia è di 75 mm. e l'inclinazione del piano di griglia 12:5, tale che tutti i corpi galleggianti o immersi vengano a portarsi alla superficie e possano venir convogliati in uno scaricatore adatto, costruito lateralmente alle griglie stesse. Le sbarre della griglia con sezione 9,5 × 128 mm. hanno una lunghezza di 11,3 metri; l'intera superfice di griglia è divisa in diverse sezioni della larghezza di 5,8 metri; si notano complessivamente 10 sezioni del peso approssimativo di 137 000 Kg. L'area totale delle luci di passaggio della griglia è circa l'88 % della superficie totale. Il manufatto delle paratoie è schematicamente disegnato nella fig. 5.

Al fondo del canale in arrivo ricavato come si accennava sopra, nella

valletta di un confluente secondario, venne data una pendenza totale di metri 1,35 corrispondente al 0,62 ‰; i lavori di scavo necessari si limitarono ad una cubatura di 152000 mc.; per le sponde si nota un'inclina-

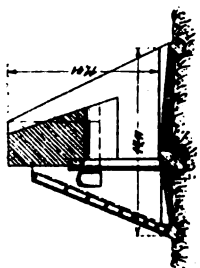
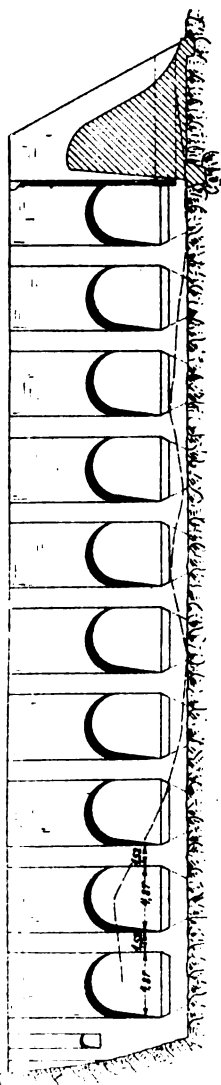



Fig. 5.

Manufatto delle paratoie.

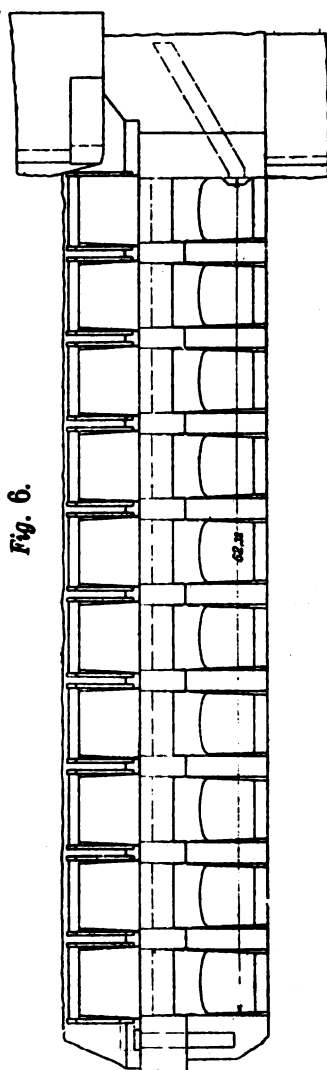
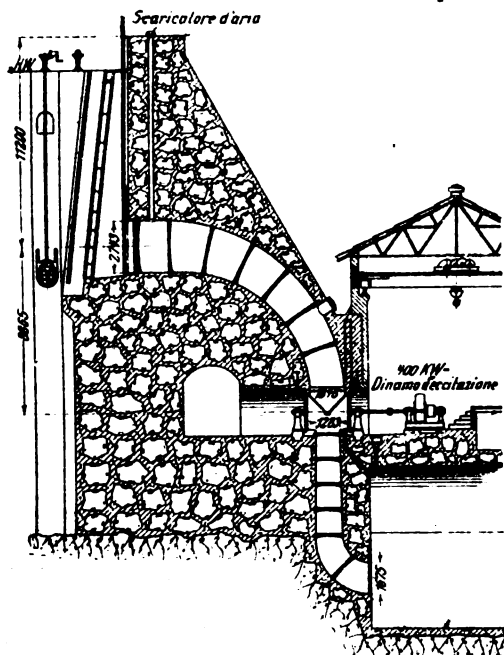



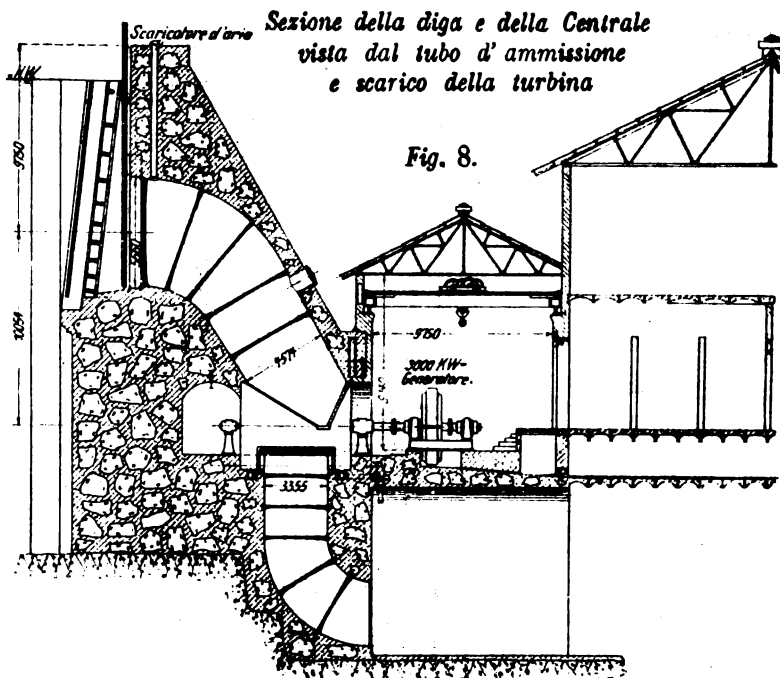
Fig. 6.

zione di 2:1 per tronchi di natura rocciosa e di 1:2 per gli attraversamenti degli strati terrosi.

I lavori procedettero colla massima sollecitudine col sussidio di una linea di servizio a scartamento normale lunga parecchi chilometri e raccordata direttamente colle linee ferroviarie. Nelle figure 7 ed 8 è rappresentata in sezione la diga di trattenuta costruita all'estremità del canale, con una lunghezza in sommità di 225 metri, un'altezza massima 27, 5 m. ed uno spessore minimo al colmo di metri 2, 45. La parete di franco della diga è verticale e l'inclinazione sotto pelo d'acqua di 1 : 1, 75. Il tipo di struttura adottato per la diga e per le sottostante centrale ricorda nelle sue linee di massima l'impianto idroelettrico di Clermont Ferrand. In quest'ultimo le turbine furono installate immediatamente adiacenti alla

Fig. 7. — Tubi d'ammissione alle turbine per le eccitatrici.

diga, nell'impianto americano invece le camere delle turbine vennero ric a vate direttamente nella muratura della diga stessa. Questa non ha sfioratore, e si è provvisto invece a lasciare nella muratura delle luci circolari di scarico del diametro di 1,2 metri con raccordo a tubo metallico annegato nella muratura della diga stessa ed in comunicazione col canale di scarico delle turbine.

Sulle bocche di presa delle condutture che vanno alle turbine, e precisamente per ognuna delle 8 turbine principali, sono installate delle griglie di 6 metri di larghezza; la lunghezza comune per tutte le sbarre co-

stituenti la griglia è di 11,5 metri. Un disegno schematico della griglia è rappresentato nella figura 9; la distanza tra barra e barra è di 38 mm., l'inclinazione 1:9 e la sezione di ognuna delle barre 6,3 × 102 millimetri. Sul davanti della griglia ed alla distanza di metri 1,30 circa sono assicurati tre ferri a ⊥ che servono di guida per il pulitore meccanico delle griglie stesse.

Il peso complessivo in ferro delle 8 griglie delle turbine principali e delle due turbine delle eccitatrici, raggiunge la cifra di 152000 Kg. Il rapporto della sezione delle luci rispetto alla sezione totale è dell'85 %.

Ognuno dei tubi è protetto da una paratoia disposta immediatamente dopo la griglia, che viene però manovrata soltanto in casi speciali, in quanto per arresti di breve durata risultò sufficiente la chiusura delle luci del distributore.

Le otto paratoie principali hanno una larghezza di 5,2 metri ed un'altezza di 6 metri che, comprendendo anche le aste di guida e manovra, arriva a 14 metri; lo spessore sulla mezzaria della parete in lamiera è di 6 metri d'acqua; il peso di ciascuna paratoia comprese le aste di manovra, di circa 6200 Kg. La struttura metallica della paratoia è costituita da un telaio orizzontale costituito con ferri a I del profilo N. 15 alle quali è inchiodata delle lamiera di 9,5 mm. di spessore; l'attrito tra le superfici di contatto dell'intelaiatura e delle guide è reso minore dalla presenza di sbarrette in bronzo fissate alle superfici di guida della paratoia.

Delle aperture di 230 $\times$ 355 mmq. di sezione praticate nella parete della paratoia con chiuse manovrabili dall'alto, servono ad equilibrare le pressioni d'acqua prima di procedere alla manovra di apertura di una qualsiasi delle paratorie; questa si può effettuare tanto a mano che col mezzo

Fig. 9. *Griglia all' imbocco dei tubi.*

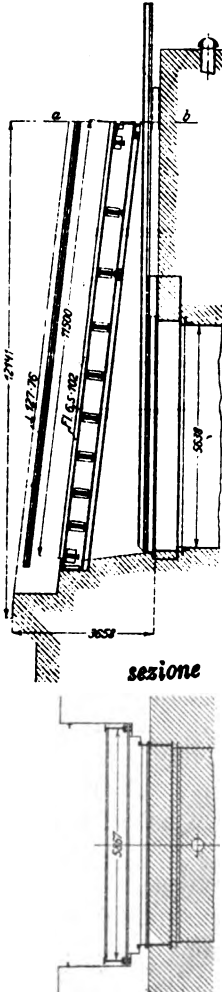



Fig. 10 *Paratoia all' imbocco alle turbine principali dei tubi d'ammissione*

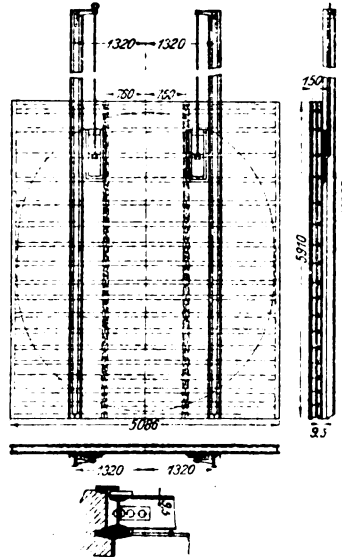
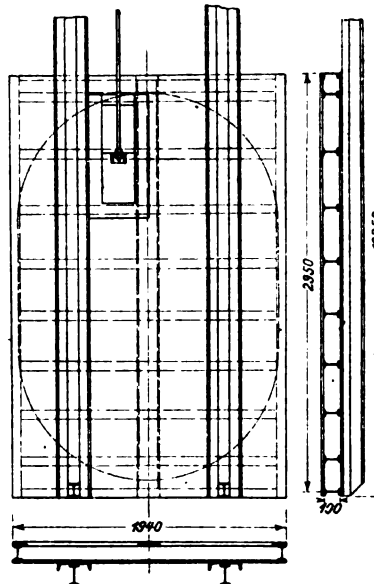



Fig. 11. *Paratoia all' iwbocco dei tubi d'ammissione alle turbine eccitatrici.*

di un motore unico a corrente continua piazzato in apposita cabina in sommità della diga. Il motore aziona un albero unico che corre lungo tutta la fronte delle paratoie e che comanda le ruote dentate delle crimagliere

delle paratoie; dei giunti a frizione sull'albero principale permettono di manovrare indipendentemente l'una o l'altra delle paratoie.

Ad una distanza di 100 mm. dall'intelaiatura delle paratoie, ha inizio la tubazione che va alle turbine, costruita con lamiera di ferro chiodata di 9,5 mm. di spessore e rafforzata da ferri a L di 9,5 × 90 × 150.

L'officina generatrice comprende 8 turbine da 5200 HP ognuna di potenza massima e 2 turbine per le eccitatrici della potenza di 700 HP; le turbine sono del tipo doppio ad asse orizzontale e con camera in lamiera; due di esse vennero fornite dalla ditta Holyoke Machine Co, le altre 6 e le 2 per le eccitatrici dalla ditta Allis Chalmers Co. Le due turbine Holyoke hanno le caratteristiche delle costruzioni americane con regolazione a distributore cilindrico; quelle della ditta A. Chalmers Co furono costruite sui seguenti dati contrattuali:

Salto netto 22 metri
Volume d'acqua 22150 ltr 1″
Potenza 5200 HPe
Giri al minuto 225.

Garanzie di rendimento. 80, 81, 82 e 78 % corrispondenti ai seguenti gradi di apertura del distributore $^8/_8$ $^7/_8$ $^6/_8$ e $^4/_8$.

Le velocità dell'acqua al massimo carico di 5200 HPe sono le seguenti
Velocità d'entrata nel tubo d'ammissione (F = 22,4 mq); 0,99 m.
Velocità d'entrata nella camera della turbina (F = 16,3 mq) 1,36 m = = 0,43 % del salto
Velocità d'uscita dalla ruota mobile F = (2,55 × 2) mq), m. 4,35
Velocità d'uscita della camera dalle turbine (F = 8,8 mq) m. 2.52
Velocità d'uscita dal tubo d'aspirazione (F = 16,5 mq), m. 1,34.

Naturalmente questi rapporti delle velocità migliorano notevolmente al grado di apertura $^6/_8$ corrispondente alle migliori condizioni di rendimento.

Le turbine delle eccitatrici sono costruite colle stesse condizioni di salto ed hanno, come si è detto, una potenza di 700 HP a 450 giri al minuto; potenza rilevante per il fatto che la corrente delle eccitatrici serve contemporaneamente a scopo di illuminazione, ad azionare le gru e le paratoie.

I regolatori a pressione d'olio con tutte le parti di dettaglio inerenti vennero costruiti dalla Lombard Governor Co e devono determinare la chiusura completa della turbina in 4 minuti secondi; hanno un'energia di 930 Kgm. con una pressione d'olio di 17 $^1/_2$ atmosfere.

Delle 8 turbine soltanto 4 hanno regolazione automatica.

Ognuna delle turbine a regolazione automatica è provvista di un regolatore capace di aprire o chiudere le luci del distributore in 2-1″ in quanto il regolatore con una pressione d'olio di 17 $^1/_2$ atm., ha un'energia di 5400 Kgm.

Per rendere più facili le manovre al quadro per l'accoppiamento in parallelo, i quattro regolatori sono comandati da motori sincroni di $^1/_{10}$ di cavallo.

Lo schema di distribuzione dell'olio in pressione è molto semplice; tutti gli apparecchi, quali pompe per l'olio, camere d'aria, serbatoi dell'olio ecc. sono disposti in un locale adiacente alla sala delle turbine.

Il peso di ognuno degli induttori degli alternatori è di 25 tonn., il raggio di baricentro 1,08 m. con un valore di G D^2 di 116 000 mKg.

In un tempo di chiusura di 2 minuti secondi si ottennero dai regolatori i seguenti risultati:

per variazioni istantanee di carico di	25	50	75	100 %
si misurarono le seguenti oscillazioni rispetto al numero dei giri normali	2	4	7	11 %

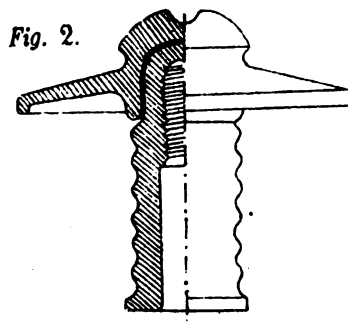
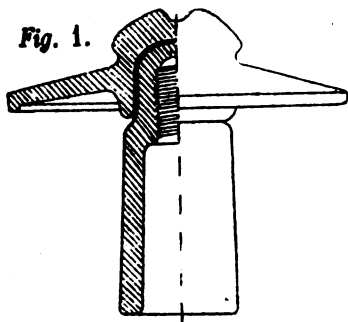
(*Continua*).

Isolatori per linee lungo il mare (1). — È noto che le linee elettriche situate in vicinanza del mare hanno generalmente a soffrire d'un grave inconveniente che facilmente ne perturba il buon funzionamento, proveniente dal fatto che gli isolatori si ricoprono d'uno strato di polvere che ne diminuisce grandemente il valore isolante.

Tale strato si compone sopratutto di sale, il quale trattiene e cementa le particelle di carbone, di pulviscolo, ecc., contenute in sospensione nell'aria e che il vento vi porta a contatto. Esso si sviluppa in tempo relativamente breve in modo da assumere l'aspetto di una vera incrostazione e da richiedere frequenti interruzioni dell'esercizio, per procedere ad un'accurata lavatura di tutti gli isolatori. Però si osserva che tale incrostazione salina non aderisce su tutta la superficie dell'isolatore, ma soltanto in generale laddove non può essere lavata dalle piogge o spazzata dal vento, cioè sopratutto all'interno delle campane, ed in misura tanto più considerevole quanto queste sono meno allargate.

È perciò che io proponevo di cercare un rimedio a tale inconveniente col modificare razionalmente la forma dell'isolatore, in modo che questo non presenti incavature o ricettacoli dove l'incrostazione possa aver presa.

Di tale nuova specie d'isolatore, che è coperta da brevetto, furono già eseguiti e sperimentati vari tipi e mi propongo appunto di esporre qui i risultati che in pratica essi hanno dato.

I primi modelli costruiti sono rappresentati dalle fig. 1 e 2 e furono

(1) Da una memoria dell'Ing. G. Anfossi.

previsti per una tensione di esercizio di 25.000 volt Come si vede, essi constano di due pezzi e sono della forma più semplice che l'isolatore possa assumere, consistendo semplicemente in una larga campana quasi piatta sovrastante ad un manicotto o copriferro, che è liscio in uno dei tipi, ondulato nell'altro. Lo spazio fra il manicotto e il gambetto di ferro che sostiene l'isolatore vien riempito di cemento.

Le dimensioni, quasi identiche per ambedue, sono le seguenti:

Diametro della campana	mm. 220
Altezza totale dell'isolatore	» 200
Altezza tra il lembo inferiore della campana e il fondo del copriferro	» 86
Diametro esterno del copriferro al fondo	» 86
Profondità delle gole del copriferro del tipo 2	» 6
Larghezza delle gole	» 19

Peso d'ogni isolatore, circa kg. 2,200

Le prove eseguite su questi isolatori nel Laboratorio del R. Politecnico di Milano hanno dato i risultati seguenti:

Tipo 1. - (a copriferro liscio):

Prova a secco: a 62000 volt piccole scariche violette sotto la campana;
a 78000-80000 volt grandi scariche violette subito seguite dall'arco.
Prova sotto pioggia 45° (circa 300 millimetri all'ora):
a 40000-42000 volt prime scariche violette sotto la campana e fra campana e gambo;
a 50000-52000 volt scariche violette continue ed intense - scariche bianche - archi.

Tipo 2. - (a copriferro ondulato):

Prova a secco: a 75000 volt effluvi violetti sotto la campana;
a 80000 volt numerose scariche violette fra la campana e la seconda gola del gambo - una scarica bianca isolata;
a 87000 volt - arco.
Prova sotto pioggia a 45° (come precedente):
a 40000 volt, effluvi sotto la campana;
a 45000 volt, scarica violetta isolata fra filo e gambo;
a 47000 volt, scariche violette continue ed intense;
a 50000 volt, archi.

Dalle prove eseguite nel laboratorio del costruttore risulta inoltre che sotto una pioggia a 45° ancor più intensa, cioè con una precipitazione di 960 mm. all'ora, il tipo 2 appena a 40000 volt comincia a presentare l'arco; e risultati ancora migliori si ottengono col tipo 1 forse pel fatto che l'acqua scorre meglio sulla superficie liscia del copriferro.

Questi risultati di laboratorio, come si vede, lasciano un largo margine di sicurezza, ma nulla provano ancora riguardo alla proprietà essenziale del nuovo tipo di isolatore. Si procedette perciò ad un esperimento pratico mettendo in opera un certo numero d'isolatori di ciascuno dei due tipi suddetti in confronto con altri isolatori, costruiti da diverse ditte e di tipi diversi (Locke, Paderno, ecc.) tutti garantiti per tensioni d'esercizio di 25,000 a 30,000 volt.

Tali isolatori vennero montati sulla linea a 25,000 volt dell'aquedotto De Ferrari Galliera, situata come si sa, sull'argine destro del torrente Polcevera, nel tratto fra Teglia e Rivarolo, nel quale, come in molti altri,

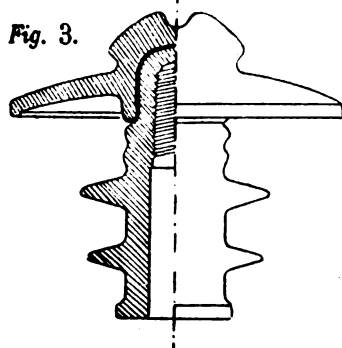
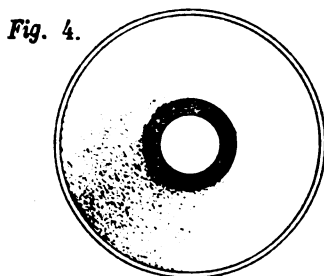



Fig. 3. *Fig.* 4.

sono assai sentite le incrostazioni saline. La distanza del tratto di linea in esperimento dal mare è di circa 4 km.

Tutti gli isolatori come sopra erano affatto nuovi e vennero montati gli uni in vicinanza degli altri e nelle identiche condizioni.

Esaminandoli dopo 40 giorni di funzionamento si constatò che i tipi ordinari presentavano uno strato abbastanza spesso di polvere al disotto

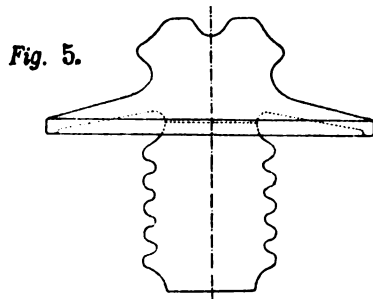



Fig. 5.

delle campane, tanto più sensibile quanto meno aperte esse sono. Gli isolatori 1 e 2 invece si presentavano perfettamente puliti, tranne soltanto qualche leggerissima velatura di polvere, sopratutto nelle gole del tipo 2 dalla parte esposta verso il mare.

Le successive osservazioni hanno provato che in progresso di tempo il sedimento sugli isolatori dei tipi ordinari aumenta man mano di spessore, finchè dopo 6 a 7 mesi di funzionamento presentano tutti un'incrostazione

così spessa da rendere indispensabile, per la sicurezza dell'esercizio, una accurata lavatura.

I tipi 1 e 2 invece, ancora attualmente, cioè dopo più di 10 mesi dalla messa in opera, si trovano sempre in buone condizioni e permettono un esercizio regolare. Non vi si scorge che un leggero principio d'incrostazione in qualche punto al disotto della campana come ora diremo e, per il tipo 2, anche fra le gole del copriferro, ma sempre di preferenza dalla parte rivolta verso il mare. È da notare che durante questo periodo di esperimento gli isolatori ebbero a sopportare ogni sorta di vicissitudini atmosferiche, fra cui vari mesi di tempo eccezionalmente piovoso e di grandi temporali senza che il funzionamento dell'impianto abbia mai avuto a risentirne.

Si osserva anzi un fatto curioso. Nella maggior parte degli isolatori del nuovo tipo, la leggera incrostazione che tende a formarsi al disotto della campana appare localizzata lungo una stretta striscia diretta radialmente dal centro verso il sud, che nel nostro caso è la direzione del mare. Si direbbe in altre parole l'ombra del copriferro proiettata sulla campana, come mostra la fig. 4 che rappresenta l'isolatore visto dal disotto. Questo fatto è caratteristico e costituisce la miglior conferma delle vedute che hanno condotto alla costruzione del nuovo tipo. Il vento di mare, che soffia spesso ed impetuoso nella regione, carico di sale e di pulviscolo, investe l'isolatore deponendovi sopra l'uno e l'altro colà dove non può passare liberamente, cioè dove trova l'ostacolo del copriferro. Per la stessa ragione anche il vento che soffia in direzione opposta, cioè da tramontana, e che col precedente costituisce il vento dominante della regione, non ha che scarsa influenza sulle parti dell'isolatore che tendono ad incrostarsi, appunto perchè il copriferro le protegge.

Naturalmente è ovvio osservare che un principio d'incrostazione così nettamente localizzato non può prodursi che nel caso in cui i venti, diciamo così, incrostanti e disincrostanti, abbiano direzioni ben determinate e prossimamente opposte, come avviene nel caso della linea in questione, in cui essi soffiano nel senso della valle che la linea appunto percorre.

È da notare però che la forma stessa della campana impedisce che il sedimento, anche là ove tende a formarsi, possa aver presa e raggiungere un limite nocivo. Tutto si limita ad una sottile velatura, senza spessore apprezzabile, che non fa che sporcare un po' l'isolatore nella regione anzidetta senza influire sull'esercizio e che non ha tendenza ad aumentare. Anzi, come ebbi spesso a constatarlo, basta un temporale o una giornata di forte vento per cancellarne la maggior parte.

Gli isolatori sperimentati sono inoltre risultati alquanto eccessivi per la tensione di 25.000 volt alla quale funzionano. Difatti assieme ad essi vennero pure messi in opera degli altri isolatori composti adattando semplicemente un ordinario isolatore a gole al disotto d'una campana, molto appiattita.

Le dimensioni d'un isolatore cosiffatto erano:

Diametro della campana mm. 200;

Altezza fra il lembo inferiore della campana e il fondo dell'isolatore a gole mm. 95.

Tali isolatori si incrostano pochissimo, e sopratutto frammezzo alle gole, perchè queste sono troppo ristrette, e al disotto della campana nel modo detto più sopra; essi sono in opera da più di 10 mesi e funzionano in modo pienamente soddisfacente. É certo dunque che un isolatore fatto appositamente e che abbia press'a poco le stesse dimensioni sarebbe sufficiente per una tensione di linea di 25,000 volt.

In definitiva, l'esperimento fatto sembra dunque pienamente concludente a favore degli isolatori del nuovo tipo. Essi resistono bene alle intemperie e non sono soggetti che ad un'incrostazione insignificante, che non necessita alcuna lavatura. La loro forma del resto è tale che se anche, a intervalli di anni, si volesse lavarli, l'operazione riuscirebbe molto più spedita ed efficace che nei soliti tipi a campane multiple.

Essi possono pure, come è ovvio, adattarsi ugualmente bene nelle circostanze ordinarie, cioè per linee lontane dal mare, ed hanno il doppio vantaggio di sporcarsi meno e d'essere di costruzione più semplice ed economica dei tipi usuali.

BIBLIOGRAFIA

De Cordemoy — *Ports maritimes.* — Tomo II. Un vol. in 16° gr. di pag. VIII-572 con 360 figure nel testo. Legatura in pelle, prezzo 15 lire. — H. Dunod & E. Pinat, éditeurs, Quai des Grands-Augustins, 49 — Paris VI, 1908.

L'anno scorso nell'annunciare in questo stesso periodico il primo tomo del trattato sui *Porti marittimi* dell'Ing. Cordemoy, abbiamo detto che il secondo tomo era in corso di stampa; ora che è uscito, siamo lieti di constatare che fa degno complemento al primo volume; cosicchè gli stessi elogi che di esso abbiamo fatto, si devono ripetere per questo, concepito nello stesso spirito, e nel quale gli argomenti sono svolti con uguale senso pratico, corredati da numerosi esempi pratici, che accrescono grandemente il valore del libro.

I primi capitoli sono dedicati ai diversi procedimenti di esecuzione dei lavori impiegati nella costruzione dei porti: ture, aggottamenti e fondazioni all'aria compressa; un calcolo completo di cassone serve di esempio ad illustrazione dei metodi seguiti per determinare la resistenza dei cassoni.

Seguono tre capitoli relativi alla costruzione delle scogliere in mare, dei moli e delle dighe, e delle opere esterne; indi un capitolo sull'utilizzazione dei porti.

Uno studio speciale molto esauriente è dedicato alle chiuse e conche marittime, al modo di chiusura e agli apparecchi ed organi impiegati per le rispettive manovre.

Le banchine, i muri di sponda, le loro fondazioni e gli accessori delle banchine formano argomento di altrettanti capitoli speciali. Poi l'A. passa ad esaminare le costruzioni dell'avvenire in vista del continuo sviluppo che assumono i grandi navigli: e in altri capitoli i canali marittimi con la descrizione dei principali di essi: canale di Suez, dal Baltico al Mare del Nord, di Amsterdam, di Corinto, di Tancarville, di Manchester, di Chicago e di Bruges.

I ponti mobili, che hanno tanta importanza nei porti, formano oggetto di un capitolo speciale; i numerosi esempi e il calcolo dei ponti girevoli dell'Havre e relativi apparecchi di manovra, illustrano e completano questo argomento.

Ai porti naturali e di rifugio e ai porti militari l'A. dedica i due capi-

toli successivi, completando l'esposizione con un cenno descrittivo dei principali porti di commercio, dei quali mette bene in rilievo i vantaggi e gli inconvenienti, rilevando le cause che hanno dato luogo ai medesimi.

Gli ultimi due capitoli contengono delle preziose notizie sui vari prezzi delle opere appartenenti ai porti marittimi e sui materiali impiegati nel mare.

Non crediamo necessario di entrare nei particolari del libro, i lettori che già possedono il primo volume, sentiranno il bisogno di acquistare questo secondo a complemento di esso e dell'opera.

Teramo, li 29 *marzo* 1908.

G. Crugnola.

Führer durch die Sammlungen des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München. — Un vol. di 158 pag. con 55 figure e 52 piani. Prezzo 1 marco — B. G. Teubner in Leipzig, 1908.

Un Museo di una natura affatto speciale e nuova, ed una Guida, quella annunciata, anche speciale, perchè illustra le collezioni che non ancora si trovano nel Museo definitivo, ma in un fabbricato provvisorio in attesa che si ultimi il grandioso palazzo, la cui prima pietra fu messa il 13 novembre 1906 dal principe ereditario di Baviera Luitpold, coll'assistenza dell'Imperatore e dell'Imperatrice di Germania, in presenza delle principali Autorità del Regno e fra le acclamazioni di tutto un popolo.

Il Museo tedesco è destinato a raccogliere tutto ciò che può contribuire a mostrare lo sviluppo ed i progressi della storia naturale e delle discipline tecniche; sarà una storia parlante dello spirito di ricerca e di invenzione di tutti i tempi e d'ogni paese, nella quale l'influenza delle ricerche scientifiche sulle produzioni tecniche apparirà in tutte le sue parti; un tempio degli uomini, i cui pensieri e le cui azioni hanno impresso alla coltura odierna una impronta così marcata della loro particolare attività; una fonte di notizie storiche pel dotto; una miniera di idee fruttifere pel tecnico; meta e sprone per tutto il popolo.

Questo è il piano del Museo, la cui prima idea fu esposta da Oskar von Miller il 5 maggio 1903 a un piccolo cerchio di dotti e di tecnici: e subito riconosciuta attuabile, cosicchè Giorgio Krauss il 3 giugno successivo donava una prima somma di cento mila lire, come primo contributo per dare vita alla grandiosa idea. Questa sviluppavasi rapidamente sotto il protettorato del principe Ludwig, sussidiata da ogni parte cosicchè in breve si trovarono raccolti una quantità di oggetti pel Museo; il 20 settembre 1906 si bandì il concorso pel fabbricato, e la giuria riunivasi il 20 ottobre successivo per assegnare il premio a « D. M. » Gabriel von Seidls il cui pro-

getto comportava una spesa di 9 375 000 lire, che fu subito coperta col concorso della Città di Monaco, del Governo di Baviera, della Direzione del Regno e di altri.

La cosa non poteva andare con maggior rapidità, e la Guida officiale pubblicata in questi giorni come manoscritto è già così voluminosa e ricca che veramente vi è da meravigliarsi come si sia potuto raccogliere tanti oggetti in così breve tempo. Essi sono classificati in modo da mostrare, a partire dalle origini e fino allo stato odierno, come le scienze naturali e la tecnica, nell'intento di soddisfare i sempre crescenti bisogni dell'umanità, abbiano saputo in questa via raggiungere progressi insperati e diventare fattori più elevati e potenti della coltura odierna.

La Guida ci accompagna di sala in sala ed offre con sapienti raggruppamenti un quadro completo e vivente dello sviluppo delle scienze naturali e della tecnica. In questo modo, anche chi non può visitare il Museo, dalla semplice lettura della Guida, si forma un concetto sicuro, ed acquista nozioni precise su quanto offre il Museo. Essa è redatta con molta larghezza, e con intento istruttivo, a differenza di tutte le altre Guide, e le 55 figure coi 52 piani che l'accompagnano, sono di grande ausilio per coloro che non hanno l'occasione di visitare il Museo. Il prezzo del libro poi é così meschino, che è accessibile a tutte le borse, perciò si raccomanda da sè; dalla lettura del medesimo, molti si sentiranno invogliati di conoscere questo emporio di oggetti così istruttivi.

Teramo, 6 *aprile* 1908.

G. CRUGNOLA.

Zeitschrift für Bauwesen, — Pubblicazione mensile del Ministero dei lavori pubblici prussiano. — Testo in quarto grande e Atlante in foglio — Berlino, Wilhelm Ernst und Sohn, Wilhelmstrasse 90. Fascicolo IV, V e VI. Anno 1908.

Sono usciti i fascicoli IV, V e VI di questo importante periodico; essi contengono le Memorie seguenti:

Ispettore KARL ILLERT in Halle a. d. S., *Costruzione del Tribunale civile di Halle a d. S.* è la fine di una Memoria iniziata nei fascicoli precedenti, con 27 figure nel testo e dodici tavole nell'Atlante, di cui due colorate.

DE BRUYN. *Tydskebryggen in Bergen,* É la descrizione degli ultimi resti dell'antica potenza degli Ansa in Scandinavia; memoria assai interessante dal punto di vista storico e tecnico; con 24 figure nel testo.

Dr. Ing. HERMANN PHLEPS in Danzica. *Due creazioni dell' Architetto Simon Louis du Rys nei castelli Wilhelmstal e Wilhelmshöhe* con 41 figure nel testo e 4 tavole nell'Atlante di cui 2 colorate.

WAMBSGANSS in Berlino *Cambiamento del ponte sul porto Humbolot in Berlino* con una figura nel testo e 3 tavole nell'atlante; si era dapprima provato a rinforzare il ponte in causa del peso sempre più crescente delle locomotive, ma le difficoltà di eseguire rinforzi durante l'esercizio, indussero a studiare se non fosse preferibile il cambiamento del ponte colla sostituzione di uno più robusto. Lo studio diede per risultato, che non solo la soluzione era preferibile, ma anche più economica. La Memoria dell'Ing. Wambsganss, descrive appunto il procedimento seguito nella sostituzione del nuovo ponte.

EGER, DIX e R. SEIFERT, *Stazione sperimentale per costruzioni idrauliche e navali in Berlino* È la fine di una Memoria iniziata nel 1906 e continuata per tutta l'annata 1907. In quest'ultima parte sono descritti gli apparecchi e le disposizioni della sezione per costruzioni navali, le disposizioui per le esperienze coi modelli di navigli, e coi modelli di eliche e altri istrumeuti e apparecchi. La Memoria in quest'ultima parte è corredata di 29 figure e accompagnata da 3 tavole nell'Atlante.

Ispett. KARL HENNEKING in Elberfeld. *Traffico di merci voluminose nella navigazione interna dell'America del Nord* con 12 figure nel testo e una tavola nell'Atlante.

GRÜNING, Contributo al calcolo cinematico di sistemi a membrature nello spazio, con 11 figure nel testo.

Teramo, 10 *maggio* 1908. G. CRUGNOLA.

CONCORSO.

Concorso per il posto di direttore della R. Scuola industriale di Cagliari, con l'obbligo dell'insegnamento della tecnologia, del disegno relativo e della direzione delle officine.

È aperto in Roma, presso il Ministero di agricoltura, industria e commercio, il concorso per titoli al posto di direttore della R. Scuola industriale di Cagliari, con l'obbligo dell'insegnamento della tecnologia e del disegno relativo e della direzione delle officine.

La Commissione giudicatrice non farà dichiarazlone di eleggibilità, ma proporrà al Ministero, con relazione motivata, non più di quattro candidati, per ordine di merito e non mai alla pari.

Avvenuta la nomina del direttore per la Scuola industriale in parola, gli altri candidati, compresi nella terna, potranno essere, dentro l'anno scolastico 1907-908, preposti alla direzione, con insegnamento, in altre Scuole industriali, previo accordo con le altre Amministrazioni interessate.

Il candidato prescelto sarà nominato, in via di esperimento, per un biennio, con lo stipendio annuo di lire 5,000.

Il servizio prestato presso altre Scuole, quale direttore, sarà computato agli effetti del biennio di prova.

Le domande di ammissione al concorso, su carta da bollo da lire 1,20, e tutti i documenti necessari, dovranno pervenire al Ministero di agricoltura, industria e commercio (Ispettorato generale dell'insegnamento professionale), in plico raccomandato con ricevuta di ritorno, non più tardi del 30 giugno 1908.

Non sarà tenuto conto delle domande, che giungessero al Ministero dopo il detto termine, anche se presentate in tempo agli uffici postali, e di quelle non corredate dei seguenti documenti:

1°. Atto di nascita;
2°. Certificato di sana costituzione fisica;
3°. Certificato penale;
4°. Certificato di buona condotta;
5°. Diploma di laurea d'ingegnere;
6°. Titoli didattici.

Al diploma, di cui al n. 5, sarà pure unito un certificato con l'indicazione dei punti ottenuti nei singoli esami speciali, e nell'esame di laurea.

I documenti debbono essere in forma legale e provvisti delle necessarie autenticazioni.

I documenti, di cui ai numeri 2 3 e 4, debbono essere di data non anteriore di tre mesi a quella del presente bando di concorso.

Sono dispensati dall'obbligo di presentare i documenti, di cui ai numeri 2, 3 e 4, i funzionari, che già si trovano al servizio dello Stato, i direttori e gli insegnanti delle Scuole professionali dipendenti dal Ministero di agricoltura, industria e commercio, sempre che risulti dai documenti prodotti che il candidato trovasi in attività di servizio.

Saranno pure unite alla domanda le pubblicazioni, esclusi i manoscritti, e tutti gli altri documenti, che valgano a dimostrare la coltura generale e speciale del concorrente e la sua attitudine all'insegnamento e alla direzione delle scuole ed officine.

La domanda sarà infine accompagnata da un elenco, in carta libera, in doppio esemplare, di tutti i documenti e delle pubblicazioni inviate.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. Saldini, Gerente.

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DELL'ANZA.

(Continuaz. Vedi pag. 275 e le Tavole dalla 25 alla 31).

Canale. — La larghezza del canale è di mt. 1,50. Nelle tratte allo scoperto la sua altezza libera è di mt. 1,90. È in muratura ordinaria di pietrame e malta di calce idraulica, ha il fondo di calcestruzzo, internamente intonaco liscio in cemento, esternamente le giunte fugate pure con cemento.

È ricoperto da una suoletta dello spessore di 9 cm. di cemento armato con lamiera di ferro stirata, e da uno strato di terra.

Nelle tratte in galleria si sono previste diverse sezioni a seconda della natura del terreno attraversato, e della durezza della roccia.

Il fondo ha la pendenza costante dell' 1,5 ‰; l' altezza d' acqua corrispondente alla portata di 5 mc. è di m. 1,68.

La lunghezza complessiva del canale, già detta di Km. 6,190 è così suddivisa:

Opere di presa	ml.	110,50
Tratte allo scoperto	»	3 328,50
» in galleria	»	2 225,50
» galleria-serbatoio	»	525,50

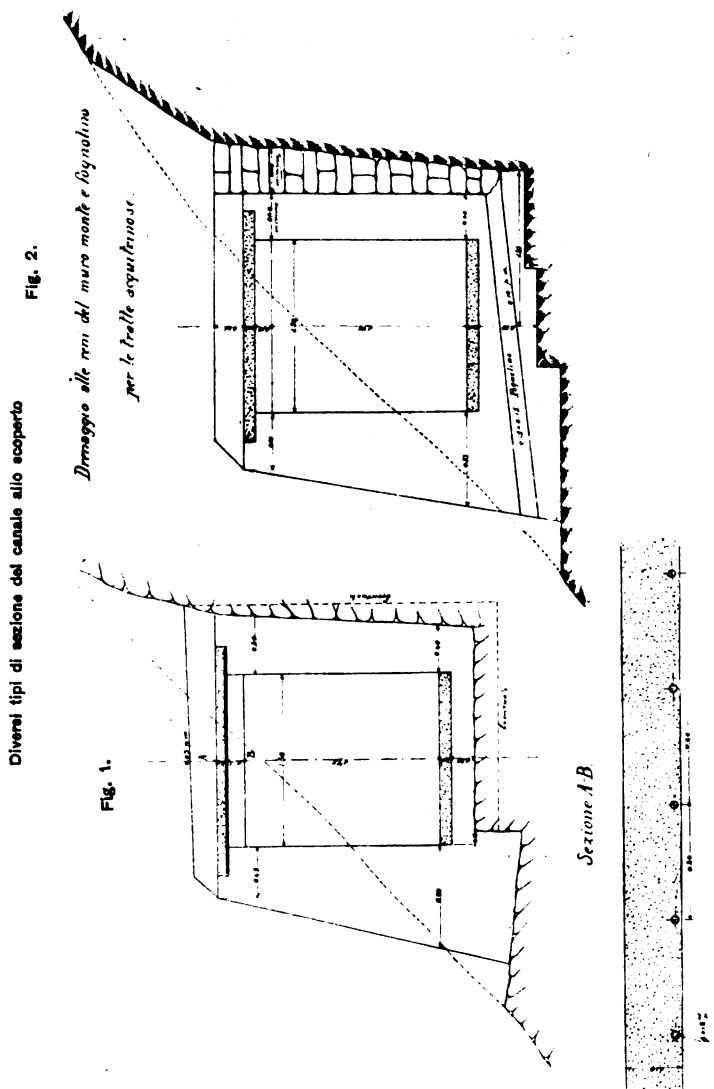
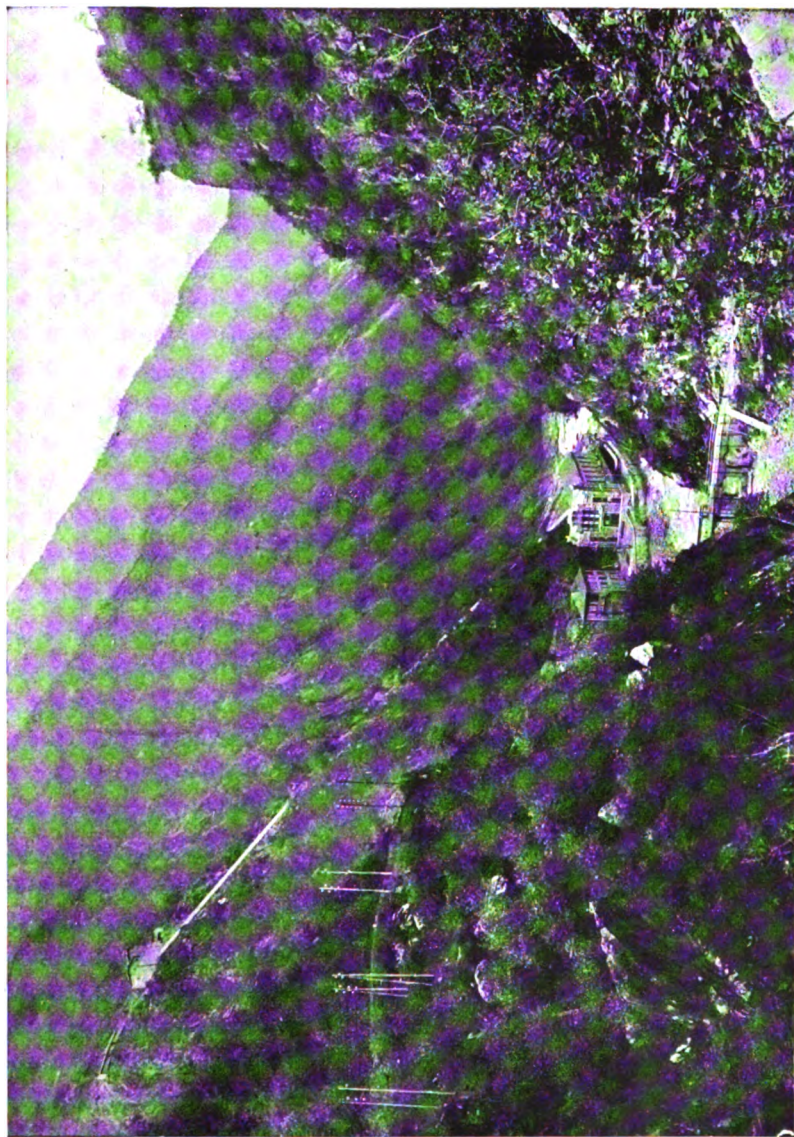
Esso si svolge su un terreno molto difficile, spesso sul ciglio di pareti a picco, quasi completamente in roccia (gneiss).

Si è abbondato in gallerie, (se ne contano 21 per una lunghezza complessiva di ml. 2751), nè si sono risparmiati gli scavi, per assicurare al canale una sede sicura.

Dove si attraversano rivi si sono costruite robuste briglie, nelle quali il canale sottopassa, evitando così il pericolo di rotture dovute

a cadute di massi o di piante, che avrebbero ostruito i comuni ponticelli e tombini.

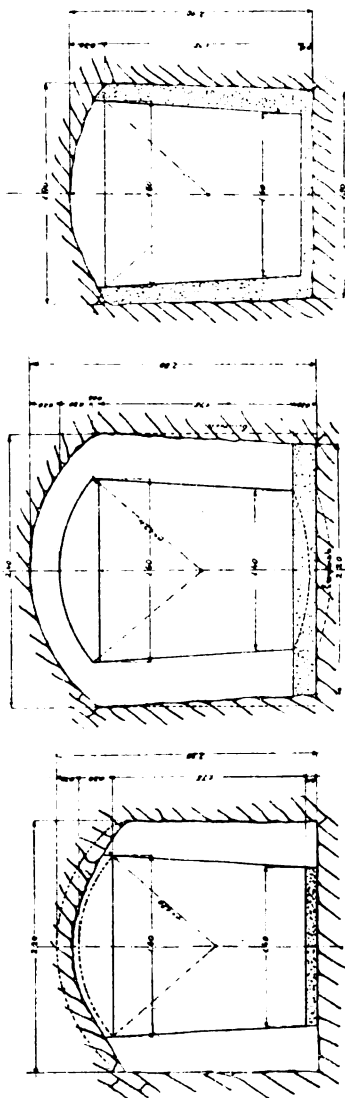
Sono da notarsi le seguenti opere:

1.° Lo sfioratore governativo, stabilito fra le prog. Km. 0 + 232, e 0 + 292.

2.° Due ponti della luce di m. 13, 80 in pietra lavorata, a timpani inclinati e traforati sui Rivi Segnara ed Orca alle progressive 0 + 979 e Km. 1 + 389.

Veduta generale.

3.° Le briglie sotto i rivi Selva Nera, e Delle Borre di speciale importanza; progressive Km. 3 + 606, 50 e 5 + 027, 50.

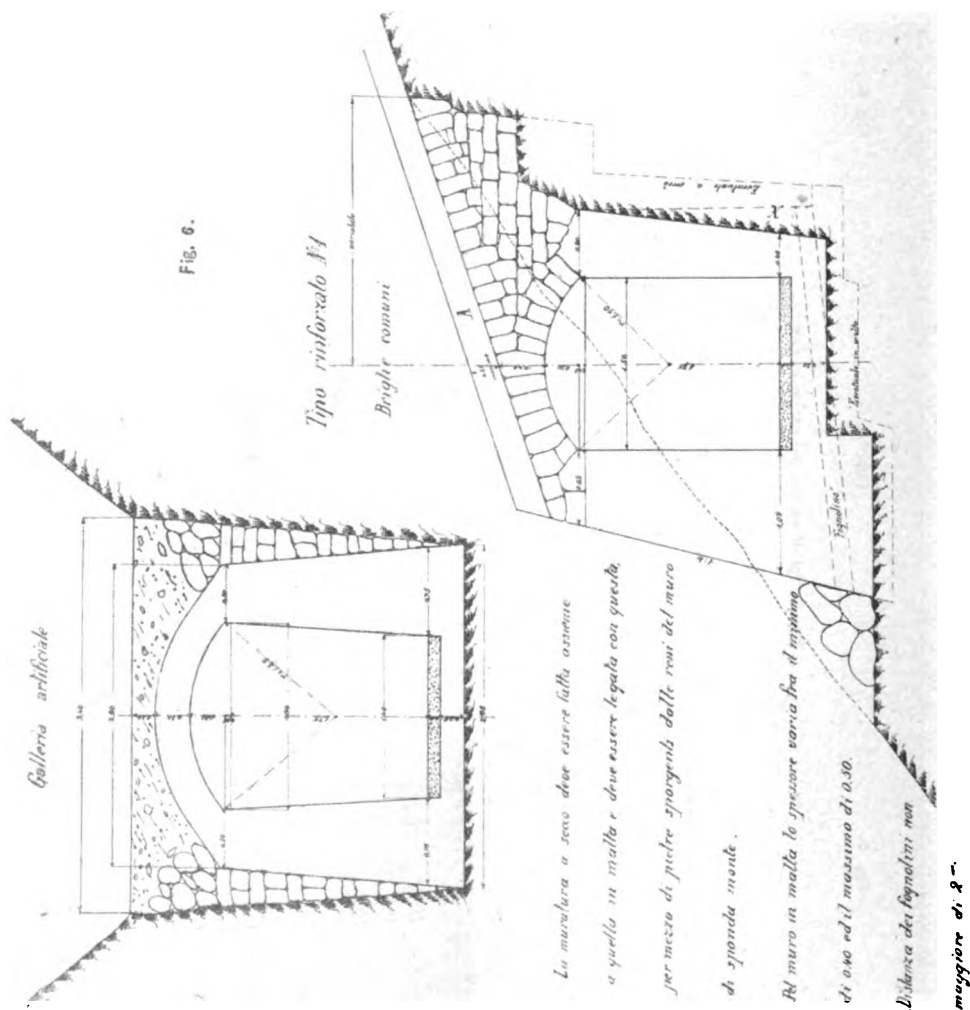
4.° La derivazione dal rivo Segnara; progr. Km. 0 + 957, colla quale vengono immessi nel canale 100 litri d'acqua al 1''.

La valle Segnara misura circa 19 Kmq. di superficie, e conserva

Diversi tipi di sezione del canale in galleria.

nei mesi d'inverno il suo contributo. La presa in muratura è fatta in corrispondenza della seconda delle pittoresche cascate del rivo; il canale pure in muratura, è a gradini, e brevissimo. Il piccolo salto

fra la presa e l'immissione nel canale principale non viene utilizzato.

Serbatoio alla vasca di carico. — Alla progr. Km. 5 + 616 il canale s'allarga, il fondo s'abbassa; si è nella galleria serbatoio.

La sezione utilizzabile per l'accumulazione è di 15 mq., la lunghezza di m. 510, 50, si ha così un immagazzinamento di 8550 mc.

Per rendere indipendente o quasi il pelo d'acqua nel canale da quello variabile nel serbatoio, alla fine di quello è disposta una traversa alta sul fondo m. 0, 57; la sua portata deve passare stramazzando su tale traversa.

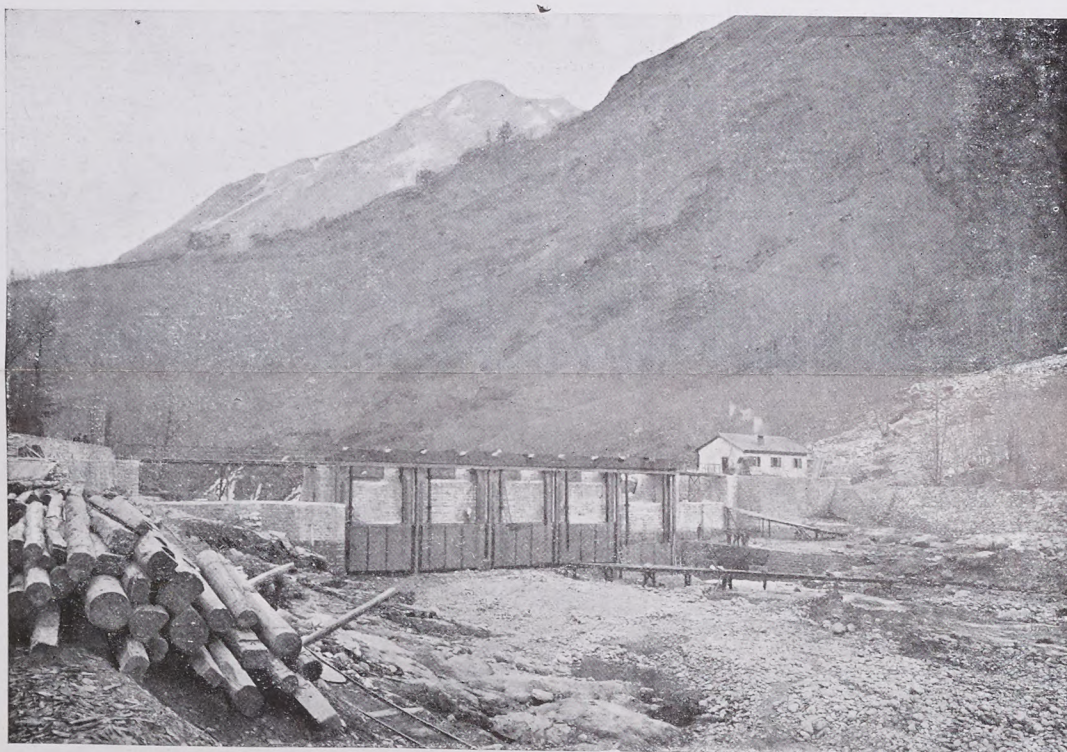
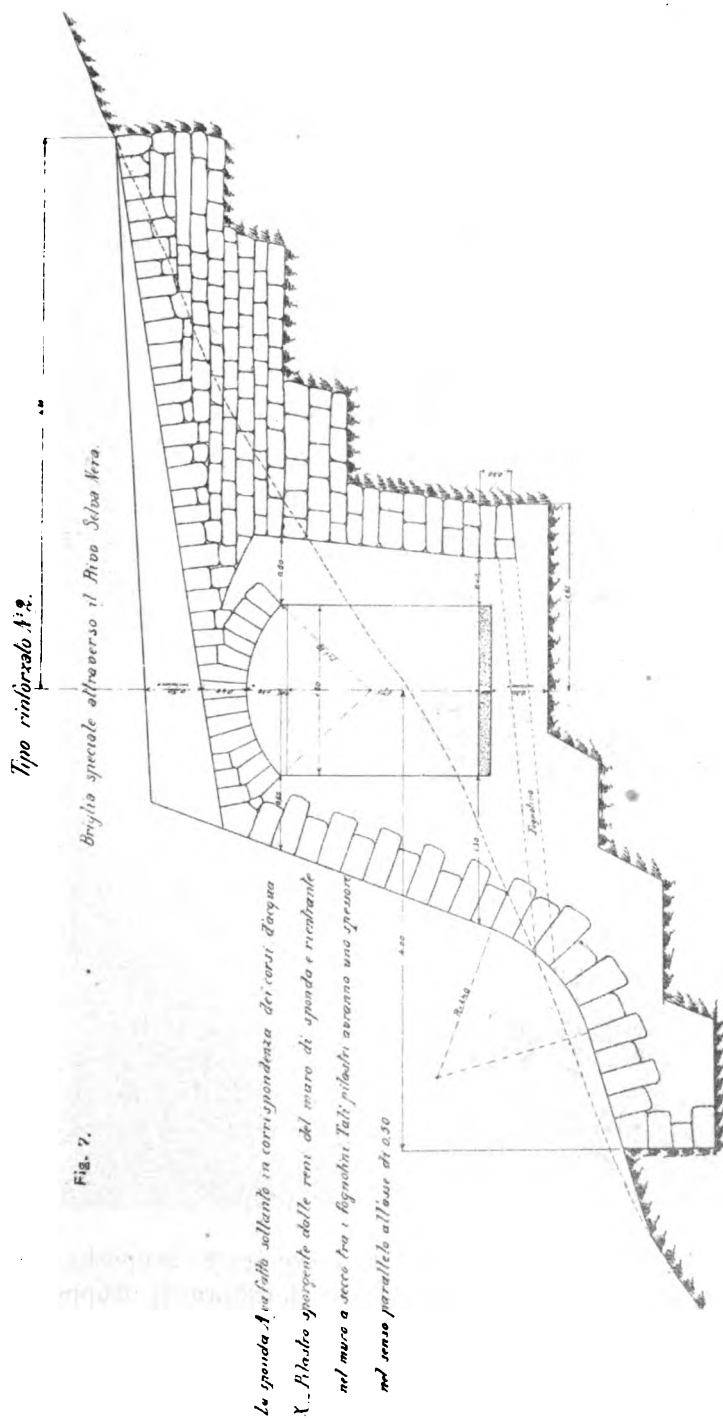
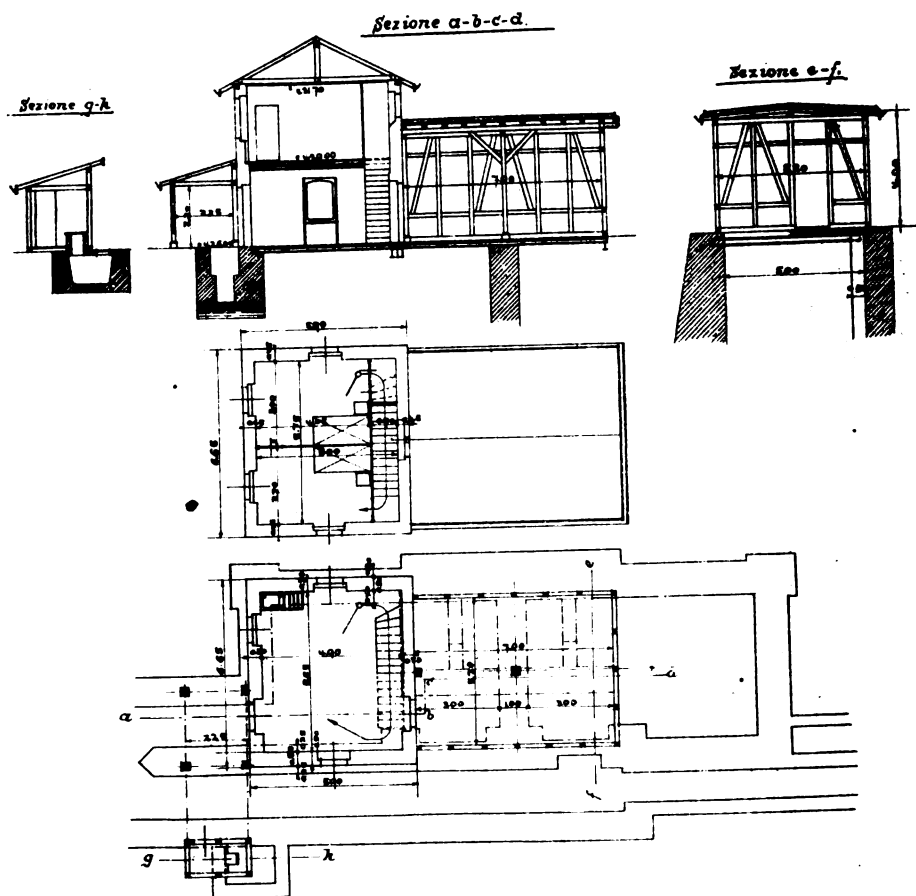
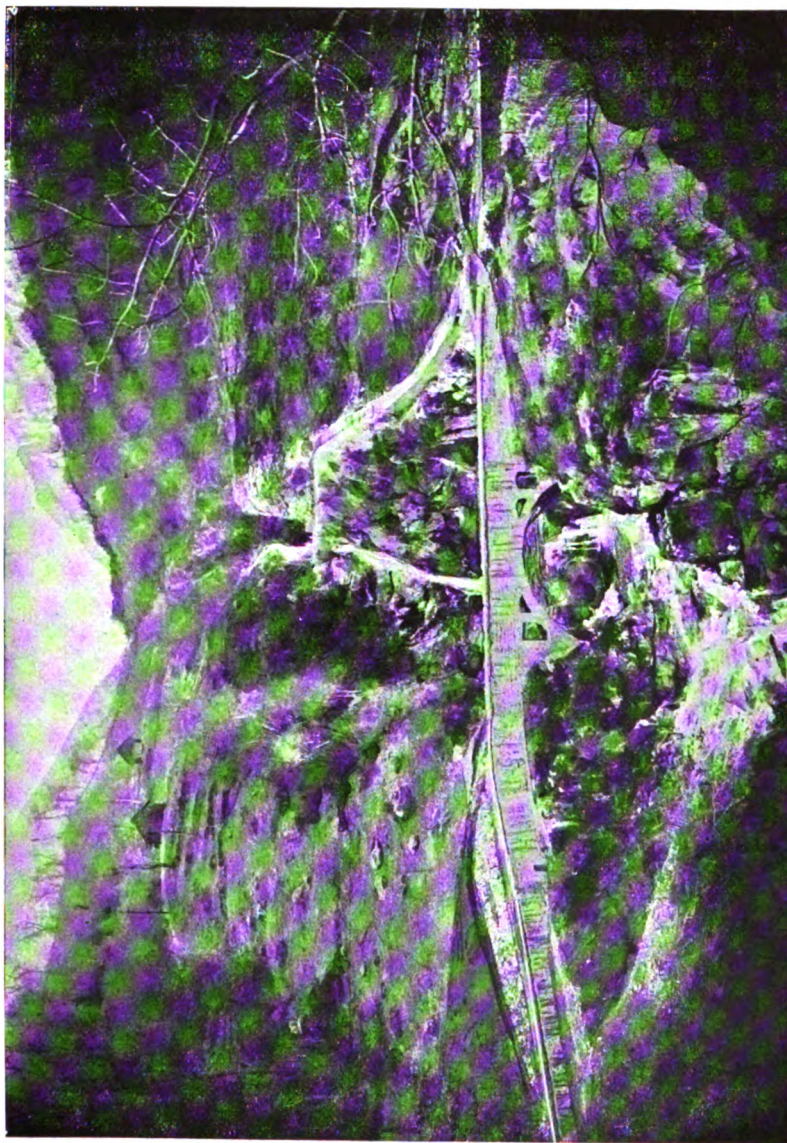
Diga di presa e sbarramento (Vista da valle)

Diga di presa e serbatoio (Vista da monte)

I peli d'acqua nel canale e nel serbatoio sono pertanto indipendenti finchè quest'ultimo è al disotto del ciglio della traversa; poi si hanno stramazzi rigurgitati, ed i due peli sono fra loro collegati; si produce un rigurgito di 10 cm. pel quale v'è un sufficiente franco nel canale.

Fig. 8.

In fine alla galleria-serbatoio, nel breve tratto scoperto che precede la vasca di carico, è disposto lo sfioratore di troppo pieno, della lunghezza di 20 metri.

Le acque sfioranti si raccolgono in un canalone naturale di roccia, e ritornano al torrente a monte del fabbricato delle macchine.

Canale, ponte e derivazione sul rivo Segnara.

Segue lo sfioratore una griglia; poi la sezione si divide in due, per la ripartizione dell'acqua nelle camere di carico.

Camere di Carico. — Sono recinte da spessi muri, e fra loro divise da una parete in cemento armato.

A ciascuna di esse si innesta un tubo della condotta forzata, e l'innesto è fatto sul fondo, in modo che la bocca di presa è orizzontale.

Per ciascuna presa una valvola a piatto, a comando a mano ed a funzionamento antomatico, intercetta il passaggio dell'acqua appena la sua velocità nel tubo ha superato un determinato limite; altri tubi servono al passaggio dell'aria nelle tubazioni quando esse si vuotano, ed al loro riempimento graduale.

Un segnalatore e registratore automatico dei livelli d'acqua, comunicante con la centrale, permette al personale di seguire costantemente le variazioni che si verificano nel consumo in rapporto alla portata del canale, e di dare in tempo gli ordini alla presa.

Sulla vasca di carico sono costruite, una casetta pel guardiano ed una tettoia di protezione dei comandi delle valvole.

Condotta forzata. — É costituita da due tubi in lamiera di ferro omogeneo del diam. interno di 1100 mm., a tronchi chiodati.

Il tracciato è rettilineo; il profilo presenta due livellette del 0, 7461 e del 0, 8402 per m. di pendenza.

La lunghezza della tubazione è di ml. 262, il dislivello di mt. 173.

La sede è in roccia; i tubi sono sorretti da pilastri in muratura disposti ogni sei metri.

Nel cambiamento di livelletta è costruito un ancoraggio in muratura, ed i due tronchi di tubazione che così ne risultano sono provvisti superiormente di giunti di dilatazione.

In basso i due tubi, ripiegandosi ad angolo retto, si dispongono parallelamente alla fronte del fabbricato delle macchine, dal lato del torrente; ed infine conservando il loro diametro si riuniscono su un raccordo circolare.

Il tubo più prossimo al fabbricato è munito nella parte centrale di 2 valvole verticali a saracinesca comandate a mano; esso porta inoltre le 5 derivazioni d'acqua per le turbine, provviste di valvole piane a comando idraulico.

Una di tali derivazioni è compresa fra le due saracinesche, in modo che con un tubo si possono azionare tre turbine.

Le due derivazioni per le eccitatrici sono disposte in modo che una di esse rimane in servizio anche quando uno dei tubi della condotta viene vuotato.

Fig. 9. - Ponte sulla strada d'accesso.

Muratura della traversa di fondo.

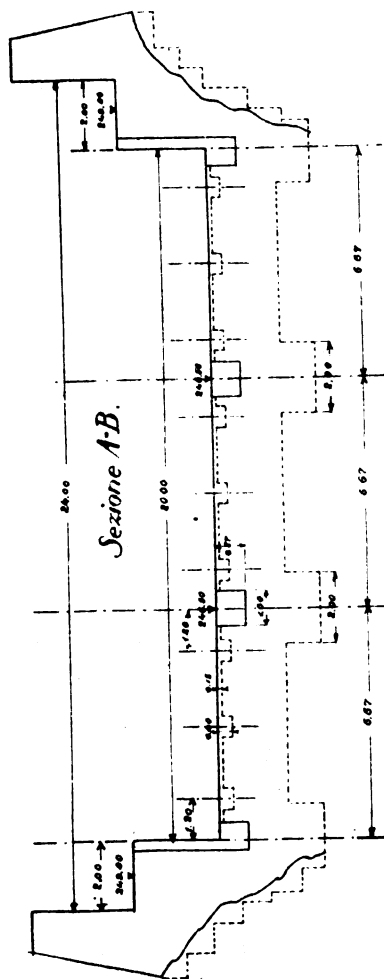
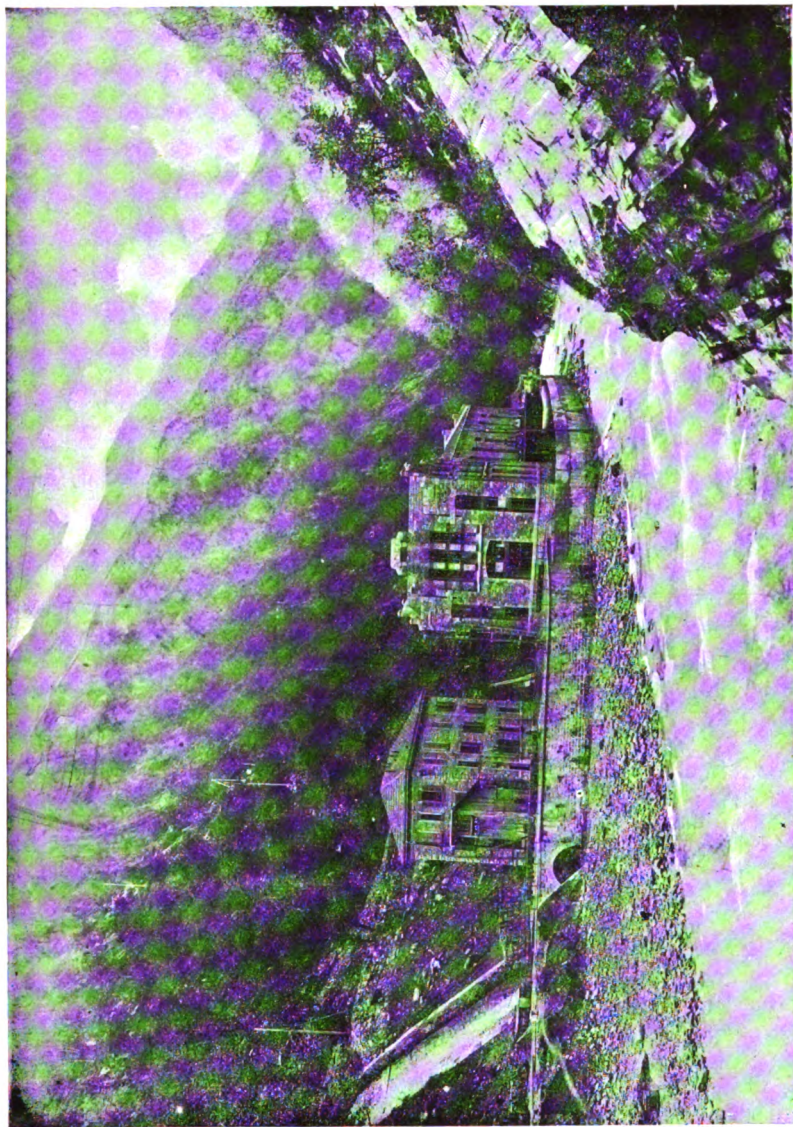
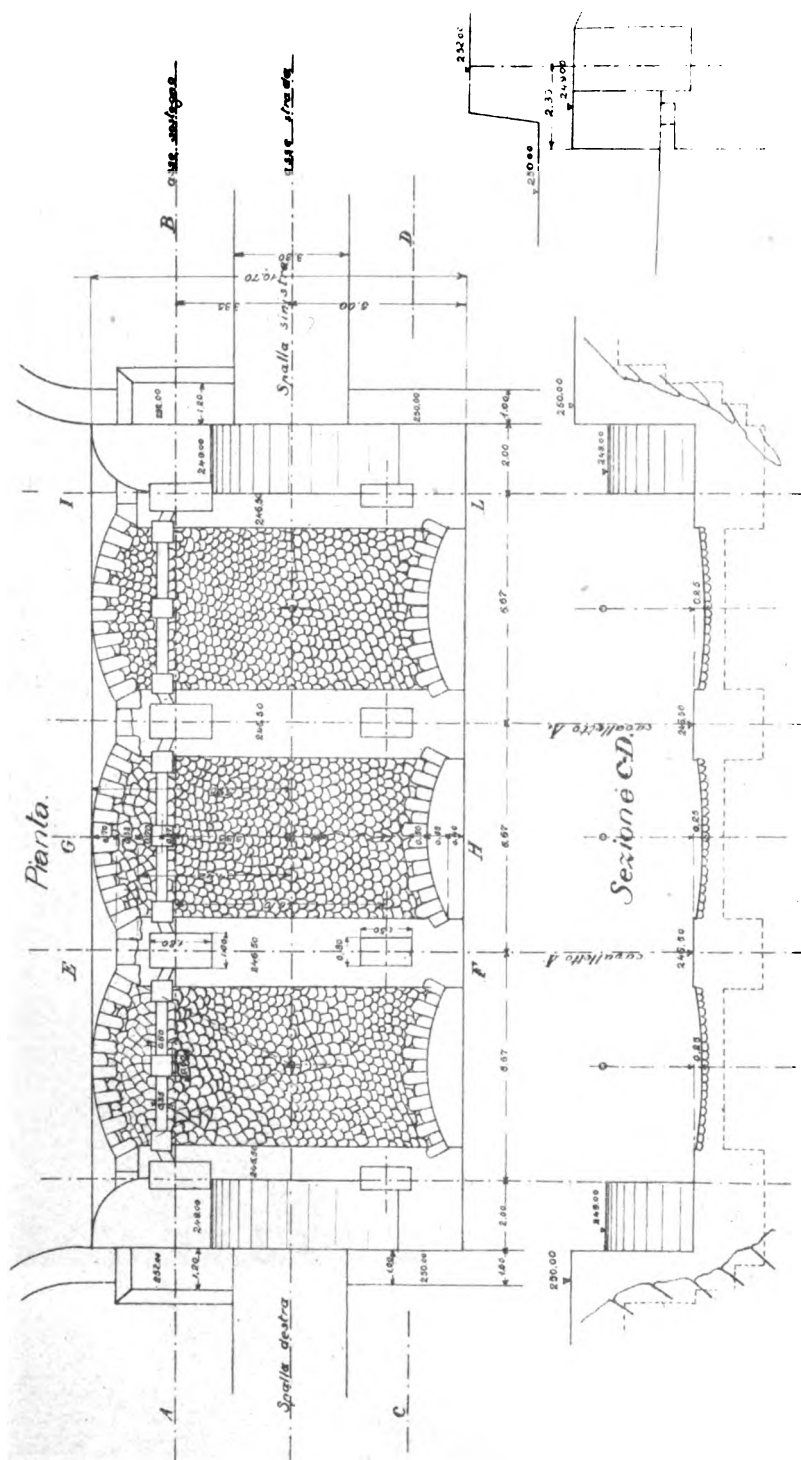
Sezione A-B.

Centrale di Piedimulera.

Fig. 10. - Ponte sulla strada d'accesso. Muratura della traversa di fondo.

Canale di scarico. — È collocato longitudinalmente al disotto delle turbine, e ritorna l'acqua nell'Anza subito a valle del fabbricato delle macchine.

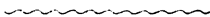
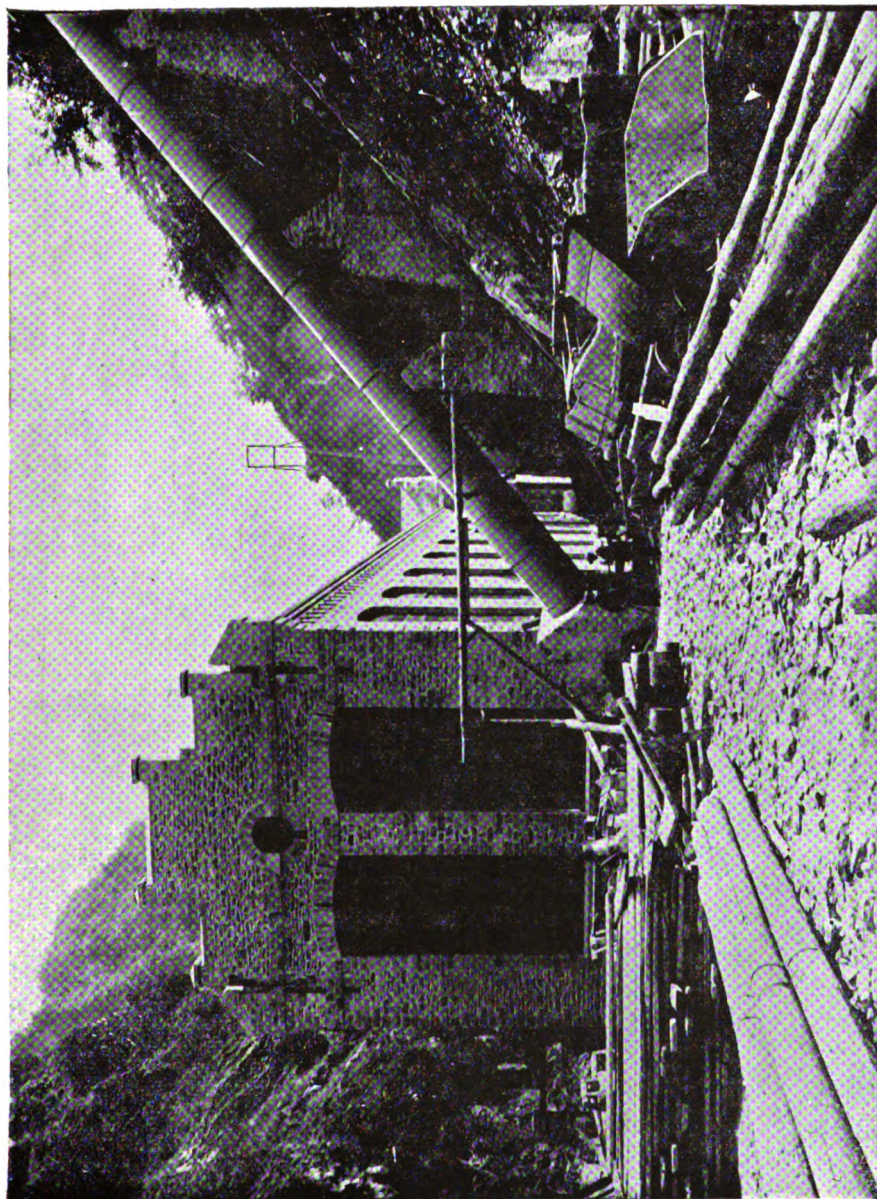
È largo 3 m., ed è munito alla sua fine di due traverse, in modo che sul fondo si ha sempre un cuscino d'acqua che lo preserva dalle corrosioni.

Per questo le sue pareti, nel tratto sottostante alle turbine, sono rivestite con spessi tavoloni di rovere.

Serbatoio alla restituzione. — Per assicurare agli utenti inferiori delle acque dell'Anza la continuità del deflusso nei limiti delle loro competenze, si è formato a valle dello scarico un serbatoio della capacità di circa 20 000 mc.

Esso è ottenuto sbarrando il torrente con una costruzione in ferro, costituita da robusti cavalletti fra loro distanti metri 6,66, che sorreggono un doppio ordine di paratoie pure in ferro.

Su tali cavalletti s'appoggia anche il ponte per la strada d'accesso alla centrale, la quale si svolge sulla ripida falda rocciosa in sponda sinistra dell'Anza, per la lunghezza di 500 metri, innestandosi sulla strada provinciale di Valle Anzasca.

(Continua).

Centrale di Piedimulera (Vista da monte)

RIASSUNTO DI TEORIA E CALCOLO

DELLE TURBINE A VAPORE.

(Vedi pag. 193 e le Tavole 17, 18 e 19).

23. *Attrito fra ruote e vapore.* — L'attrito fra le ruote ed il vapore ha speciale importanza nelle turbine multicellulari (fig. 14), in cui la superficie totale mobile a contatto del vapore è assai estesa. La misura del lavoro d'attrito risulta assai inesatta per via teorica, poichè le palette della ruota, agendo come quelle di un ventilatore, mantengono in continuo movimento il vapore circostante, aumentando notevolmente il consumo di energia. La formula empirica meglio accreditata è la seguente

$$N_0 = \alpha\, d^2 \left(\frac{a}{100}\right)^3 \delta \qquad [17]$$

ove N_0 potenza assorbita per l'attrito della ruota sul vapore, in HP.
d diametro della ruota, in m.
a velocità periferica, in m./sec.
δ peso specifico del vapore in kg./m³.
α variabile da 9 a 7 passando la temperatura da 80° a 220°.

La quantità di calore in cui si trasforma il lavoro d'attrito e che si può ritenere ceduta completamente al vapore circostante, è per un secondo

$$\frac{75}{425}\, \alpha\, d^2 \left(\frac{a}{100}\right)^3 \delta$$

ossia per ogni chilogrammo di vapore

$$\lambda_0 = \frac{0,18}{P}\, \alpha\, d^2 \left(\frac{a}{100}\right)^3 \delta \qquad [18]$$

Se ora si calcola la coppia motrice con la [12], deve da essa detrarsi la coppia $\dfrac{75\, N_0}{\omega}$ per avere la coppia esterna. La [13] può invece ancora rappresentare la coppia esterna, quando nel computo del calore finale λ_f si sia aggiunta anche la quantità λ_0, la quale risulta così esclusa dal salto di calore disponibile $\lambda_i - \lambda_f$.

Nelle turbine multiple la quantità di calore λ_o (come quella $\xi(\lambda''_f - \lambda'_f)$ dovuta alle fughe, § 22), perduta in una turbina elementare, è in parte utilizzata nelle successive.

24. *Rendimento della turbina a vapore.* — La misura della buona utilizzazione dell'energia in una macchina motrice è data dal coefficiente di *rendimento* cioè dal rapporto fra la quantità di energia resa disponibile come lavoro utile, e quella massima, che teoricamente si potrebbe utilizzare fra le stesse condizioni limite. Ne segue che il rendimento è riferito per le macchine termiche al ciclo ideale reversibile, risultando così assai maggiore del rendimento assoluto, ch'è riferito invece alla intera quantità di calore ceduta al corpo nella fase di riscaldamento.

Se dunque per una turbina sono: L_u il lavoro utile,

λ_i il calore del vapore allo stato iniziale,

λ'_f il valore ideale di λ allo stato finale della trasformazione isoentropica fra p_i e p_f,

l'espressione del rendimento è

$$\eta = \frac{L_u}{E\,(\lambda_i - \lambda'_f)\,P} \qquad [19]$$

Il rendimento η può considerarsi come il prodotto di due rendimenti distinti η_i ed η_e. Rendimento interno η_i è il rapporto tra la quantità di calore $\lambda_i - \lambda_f$, effettivamente sottratta al vapore e trasformata in lavoro, e quella $\lambda_i - \lambda'_f$ idealmente disponibile

$$\eta_i = \frac{\lambda_i - \lambda_f}{\lambda_i - \lambda'_f} \qquad [20]$$

Rendimento esterno η_e è il rapporto tra il lavoro utile L_u ed il lavoro meccanico totale $E\,(\lambda_i - \lambda_f)\,P$ sviluppato dalla turbina:

$$\eta_e = \frac{L_u}{E\,(\lambda_i - \lambda_f)\,P} \qquad [21]$$

La differenza

$$(\lambda_i - \lambda'_f) - (\lambda_i - \lambda_f) = \lambda_f - \lambda'_f$$

tra il calore teoricamente utilizzabile e quello realmente trasformato in lavoro, consta principalmente delle perdite: 1) per attrito negli organi distributori, direttori e motori, 2) per velocità di scarico non utilizzate, 3) per fughe di vapore, 4) per attrito fra ruote e vapore (1).

(1) Per una turbina multipla, per la quale gli stati effettivi iniziali e finali, relativi a ciascuna turbina elementare, siano rappresentati dai punti *a*, *b*, *c*, *d* (fig. 15), la perdita complessiva $\lambda_f - \lambda'_f$ è rappresentata dall'area *mhdrm*, che è minore della somma delle perdite singole

area *mebnm* + area *nfcqn* + area *qgdrq* = area *mebfcgdrm*

per la quantità rappresentata dall'area *hebfcgh*, la quale misura quella parte del calore perduto nelle prime turbine, che viene utilizzata nelle successive (§ 22 e 23).

La differenza

$$E(\lambda_i - \lambda_f)P - L_u$$

tra il lavoro prodotto e quello utilizzato, misura il lavoro assorbito da tutte le resistenze passive esterne, cioè dall'attrito dei perni e da tutti gli organi ausiliari, che possono prender moto dalla turbina: regolatore, pompa di circolazione del lubrificante, pompe del condensatore ecc. A queste quantità di lavoro deve anche aggiungersi, per le turbine semplici a grande velocità angolare, il lavoro assorbito dagli ingranaggi riduttori di velocità.

I valori numerici di η η_i η_e variano fra limiti assai estesi, i quali possono essere all'incirca i seguenti:

$$\eta = 0,45 \div 0,65 \qquad \eta_i = 0,50 \div 0,65 \qquad \eta_e = 0,85 \div 0,97$$

25. *Consumo di vapore.* — L'espressione del consumo di vapore P si ricava dalla [19]:

$$P = \frac{1}{\eta} \frac{L_u}{E(\lambda_i - \lambda'_f)} = \frac{1}{\eta} L_u P' \qquad [22]$$

ove $P' = \frac{1}{E(\lambda_i - \lambda'_f)}$ rappresenta il consumo ideale per unità di potenza, fra le stesse condizioni limite e quando fosse $\eta = 1$. Il valore di P' si può calcolare deducendo dal diagramma entropico la differenza $\lambda_i - \lambda'_f$, o mediante le seguenti formule empiriche, che danno il consumo di vapore teorico in kgr. per HP-ora.

$$\left.\begin{aligned} D_1 &= 0,85 + \frac{6,95 - 0,92 \lg p_i}{\lg p_i - \lg p_f} \quad \ldots\ldots \text{ per il vapore saturo} \\ D_2 &= \frac{D_1}{1 + 0,00079\left[(T' - T) - 2,3\, T_0 \lg \frac{T'}{T}\right] D_1} \quad \text{» » surriscal.} \end{aligned}\right\} \qquad [23]$$

nelle quali T' è la temperatura assoluta iniziale, T quella del vapore saturo a p_i e T_0 quella del vapore saturo a p_f. I logaritmi sono a base 10.

26. *Regolazione delle turbine a vapore.* — La teoria permette di dimostrare e l'esperienza conferma, che le turbine a vapore consentono una regolazione della velocità assai sensibile e precisa. Essa si ottiene in generale con lo strozzamento, continuo o intermittente, del vapore o anche, per le sole turbine ad azione (§ 17 e 18), col variare il numero dei canali distributori della prima ruota. Col primo sistema e, per le turbine multiple, anche con il secondo viene modificato il regime del vapore nei vari organi, dei quali le forme e le velocità non sono più completamente adatte alle nuove condizioni. Aumentano perciò notevolmente le perdite per urti e per attrito, e scema il rendimento. Una regolazione più

precisa, ma anche assai più complicata, si ha quando in una turbina multipla ad azione si varia proporzionalmente il numero dei canali aperti in tutte le ruote distributrici.

In molti tipi di turbine multiple il regolatore, per determinate condizioni di sopraccarico, provoca l'apertura di una valvola, la quale permette al vapore di non attraversare le prime ruote e di giungere direttamente alle successive, che offrono più ampio passaggio. In queste condizioni il funzionamento risulta assai poco economico, ma la potenza può salire a valori notevolmente più grandi che quello normale.

Infine è frequente l'applicazione di un meccanismo di sicurezza a forza centrifuga, che chiude del tutto l'ammissione, quando per difetto del regolatore la turbina raggiunge un determinato eccesso di velocità.

IV. — Calcolo delle turbine a vapore.

27. *Scelta del tipo e della velocità di rotazione.* — Allo stato attuale delle conoscenze teoriche, i requisiti a cui una motrice termica deve soddisfare non sono sufficienti a rendere completamente determinato il problema di calcolarne gli elementi costruttivi. Questo problema può quindi ricevere un numero tanto maggiore di soluzioni, quanto meno abbondanti e meno sicuri sono i risultati delle prove eseguite su motrici simili, ai quali bisogna ricorrere per assegnare gran parte delle dimensioni.

É per questa ragione che le macchine entrate da poco nel campo delle applicazioni, come appunto le turbine a vapore, presentano la maggiore varietà di tipi (§ 21). La scelta tra di essi è in gran parte arbitraria, ove si tenga conto soltanto che non si costruiscono turbine semplici con ingranaggio riduttore di velocità per potenze superiori a 300 HP, e che invece le più piccole turbine a reazione hanno all'incirca tale potenza (§ 18).

Il numero dei giri può talora essere imposto da condizioni speciali, come ad es. la frequenza della corrente generata da un alternatore connesso direttamente alla turbina. Esso sale a 30 000 giri e la velocità periferica raggiunge 420 m./sec. nelle turbine semplici con riduttore di velocità. Nelle turbine a comando diretto si hanno velocità che variano fra 3600 giri, per turbine di piccola potenza, connesse a generatori elettrici o a pompe, e 500 ÷ 230 giri per turbine di grande potenza destinate alla propulsione delle navi (1).

28. *Approssimazione dei risultati del calcolo.* — I metodi di calcolo che seguono sono l'applicazione diretta della teoria sopra svolta.

Il giudizio sull'approssimazione dei risultati e sul rigore teorico del metodo, ed anche la precisione dei calcoli numerici e grafici devono es-

(1) Le turbine marine esigono la minima possibile velocità angolare, perchè al crescere di questa diminuisce rapidamente il rendimento dell'elica.

sere ragionevolmente commisurati alla grande incertezza che affetta i vari coefficienti sperimentali, da cui è impossibile prescindere.

In ogni caso si intendono assegnate, oltre la potenza, anche le caratteristiche dello stato iniziale del vapore e la pressione di scarico.

29. *Turbina semplice ad azione* (fig. 8). — α) Segnata sul diagramma entropico la condizione iniziale a (fig. 16) del vapore e tracciata la isoentropica ab fino alla pressione finale p_f, si leggono i valori λ_i e λ'_f se si sono tracciate le curve di $\lambda = \text{cost}$ (fig. 6), oppure si misura planimetricamente l'area $nqrabn = \lambda_i - \lambda'_f$. Mediante la [7] si ha il calore del vapore λ''_f all'uscita dal bocchello $\lambda''_f = \lambda'_f + \zeta\,(\lambda_i - \lambda'_f)$ ove ζ varia da 0,06 a 0,25 passando da bocchelli larghi e corti a bocchelli stretti e lunghi e da rapporti $\frac{p_i}{p_f} = 2$ a $\frac{p_i}{p_f} = 100$ e più. Si segna il punto c (fig. 16), individuato da p_f e da $\lambda''_f = \text{area } omncso$ e si traccia la curva ac, che rappresenta approssimativamente la trasformazione che si compie nel bocchello. Con la costruzione di Boulvin (fig. 5 § 12) si ricava la curva che rappresenta la stessa trasformazione in coordinate p, v. Ricavando allora dal diagramma entropico i valori di λ per varii punti della ac (fig. 16) si ha, mediante la [8], la velocità corrispondente a ciascuno $w = \sqrt{2g\,E(\lambda_i - \lambda)}$ e si può costruire la curva $w = f(v)$ (fig. 5). Da questa, facendo il rapporto delle coordinate di singoli punti si ricava il diagramma $\frac{v}{w} = f(v)$, che per la [9] è anche il diagramma delle sezioni per unità di portata $\frac{\Omega}{P} = f(v)$.

β) Stabilita per l'asse del bocchello una inclinazione $\alpha' = 18° \div 20°$ (fig. 8) e calcolata la velocità di uscita $w' = \sqrt{2g\,E(\lambda_i - \lambda''_f)}$, si assegna alla velocità periferica un valore $a = (0,25 \div 0,40)\,w'$. Si ricavano dal triangolo della velocità all'entrata l'angolo β' e la velocità relativa u', da cui con la [11] la velocità relativa all'uscita $u'' = \Theta\, u'$ ove $\Theta = 0,7 \div 0,9$. Infine, assegnata all'angolo di uscita β'' una grandezza $180° - \beta'$ (talora anche leggermente maggiore) si ricava dal triangolo delle velocità all'uscita la velocità finale assoluta w''.

γ) Si calcola la perdita di energia nelle palette $A\,(1 - \Theta^2)\,\frac{u'^2}{2g}$ quella per la velocità finale $A\,\frac{w''^2}{2g}$ e, con un valore approssimato di P introdotto nella [18], la perdita λ_0 per attrito della ruota sul vapore. Se ne deduce il calore finale del vapore $\lambda_f = \lambda''_f + A\,(1 - \Theta^2)\,\frac{u'^2}{2g} + A\,\frac{w''^2}{2g} + \lambda_0$ e si può rappresentare lo stato finale col punto d (fig. 16) individuato da p_f e da $\lambda_f = \text{area } omncdzo$.

δ) Le perdite interne vengono dunque misurate nel loro complesso da $\lambda_f - \lambda'_f = \text{aerea } lbdzt$ e il rendimento interno, per la [20], è espresso da

$\eta_i = \frac{\lambda_i - \lambda_f}{\lambda_i - \lambda'_f} = \frac{\text{area } nqrabn - \text{area } tbdzt}{\text{area } nqrabn}$. Assegnato al rendimento esterno η_e un valore compreso fra 0,85 e 0,97 a seconda del tipo prescelto, si calcola il rendimento totale $\eta = \eta_i \, \eta_e$ e dalla potenza effettiva richiesta N in HP, si deduce mediante la [22] il consumo di vapore P in kgr./sec. cioè

$$P = \frac{75\,N}{\eta\,E\,(\lambda_i - \lambda'_f)}$$

ε) Noto P, il diagramma delle sezioni unitarie $\frac{\Omega}{P} = f(v)$ dà le sezioni effettive Ω, ed in base al valore di Ω si sceglie il numero dei bocchelli. A questi si può dare un profilo rettilineo con una inclinazione della generatrice sull'asse di 5° o 6°, ricavando dal diagramma solo la sezione minima e quella finale. Perchè tutto il getto possa attraversare le palette, occorre che il rapporto fra la lunghezza l'' di esse, e la larghezza l' del bocchello (fig. 8) sia $\frac{l''}{l'} > \frac{w' \text{ sen } \alpha'}{w'' \text{ sen } \alpha''}$. Il profilo delle palette, quando abbia per angoli di entrata e di uscita β' e β'', è per il resto arbitrario e può disegnarsi empiricamente con archi di cerchio o di parabola o per punti (fig. 17). E bene però che l'ultimo tratto sia rettilineo, specialmente per le turbine ad azione, a fine di ottenere che i filetti fluidi abbiano tutti la direzione voluta, quando abbandonano la ruota motrice. La lunghezza delle palette è al massimo 100 mm., la larghezza varia da 7 mm. a 26 mm a seconda della lunghezza e il passo da 5 mm. a 15 mm. circa.

30. *Turbina ad azione con salti di velocità (fig. 9).* — Si esegue il calcolo come nel § precedente, salvo le seguenti differenze. Si assegna $a = (0,14 \div 0,20)\, w'$ se si hanno 2 soli salti (due ruote motrici e una direttrice), $a = (0,07 \div 0.12)\, w'$ se se ne hanno 3 (3 ruote motrici e 2 direttrici). Stabilita l'inclinazione del bocchello e posta la condizione che in ogni ruota l'angolo di entrata e quello di uscita siano supplementari ($\beta'' = 180^0 - \beta'$ ecc.) se ne determinano i singoli valori con i triangoli delle velocità (fig. 18). Nelle perdite per attrito si deve tener conto di altrettanti termini $A\,(1 - \theta^2)\,\frac{u'^2_1}{2g}$ $A\,(1 - \theta^2)\,\frac{w''^2_1}{2g}$ $A\,(1 - \theta^2)\,\frac{u'^2_2}{2g}$ ecc. quante sono le ruote motrici e direttrici. Infine le lunghezze l''_1 l'_2 l''_2 ecc. delle successive palette devono stare alla larghezza l'_1 del bocchello (fig. 6) nei rapporti

$$\frac{l''_1}{l'_1} > \frac{w'_1 \text{ sen } \alpha'_1}{w''_1 \text{ sen } \alpha''_1} \qquad \frac{l'_2}{l'_1} > \frac{w'_1 \text{ sen } \alpha'_1}{w'_2 \text{ sen } \alpha'_2} \text{ ecc.}$$

$$\text{ossia (fig. 18)} \quad \frac{l''_1}{l'_1} > \frac{oc}{ob} \qquad \frac{l'_2}{l'_1} > \frac{od}{ob} \qquad \frac{l''_2}{l'_1} > \frac{oe}{ob} \text{ ecc.}$$

31. *Turbina ad azione con pochi salti di pressione.* — Tracciato il diagramma entropico (fig. 15) si divide il salto teorico totale di calore $\lambda_i - \lambda'_f$ in tante parti, pressochè eguali, quanti sono i salti di pressione. Poi si procede al calcolo degli elementi per ogni salto nel modo indicato dai § 29 e 30, prendendo come stato iniziale quello finale del salto precedente, calcolato in base a tutte le perdite subite (comprese, ove abbiano importanza sensibile, anche le perdite per fughe. § 22). Mediante il calore finale λ_f alla fine dell'ultimo salto si calcolano il rendimento, il consumo, il numero dei bocchelli e le dimensioni di essi e delle palette.

Se il numero dei salti è grande il calcolo diventa laborioso ed è preferibile impiegare il metodo che segue.

32 *Turbine multiple ad azione e a reazione (fig. 11).* —

α) Quando il numero dei salti di pressione è notevole, si può ammettere approssimatamente che essi siano di grandezza infinitesima ed in numero infinito, così che la variazione degli elementi caratteristici da salto a salto possa ritenersi continua. Alla linea di trasformazione nel diagramma entropico, che risulterebbe costituita da moltissimi piccoli tratti della forma di quelli *ab bc cd* (fig. 15), può allora assegnarsi un andamento continuo *ab* (fig. 19), in cui si tien conto complessivamente di tutte le perdite, costruendolo con la condizione che per ogni punto n il calore perduto $\lambda - \lambda'$ stia a quello teoricamente disponibile $\lambda_i - \lambda'$ nel rapporto $\frac{\Psi}{1}$, ossia $\frac{\lambda - \lambda'}{\lambda_i - \lambda'} = \frac{\text{area } fmngf}{\text{area } sruamis} = \Psi$, ove Ψ varia da un massimo di 0,55 a un minimo di 0,30, passando dalle piccole alle grandi turbine, ed è in generale un po' minore per le turbine a reazione che per quelle ad azione. Il tracciamento per punti della *ab* è assai agevolato se sul diagramma entropico si hanno le curve di $\lambda = \text{cost}$ (fig. 6). Dal diagramma *ab* si deducono quello $a''\,b''$ del calore effettivamente utilizzato $\lambda_i - \lambda = f(p)$ (fig. 19) e con la costruzione di Boulvin (§ 12) il diagramma $a'\,b'$ cioè $p = f(v)$.

β) Gli elementi caratteristici di ogni salto si rilevano da una serie di diagrammi (fig. 20), riferiti a una base di lunghezza arbitraria L, proporzionale al numero ancora ignoto delle turbine elementari. Per costruire questi diagrammi occorre scegliere empiricamente alcuni dati. Si fissano in generale tra 20° e 26° gli angoli α' di uscita dai distributori e si stabilisce la relazione $\beta'' = 180° - \beta'$ per le turbine ad azione, e $\beta'' = 180° - \alpha'$ per le turbine a reazione. Nell'assegnare la massima velocità periferica delle ruote, si tien conto che essa è limitata dal numero dei giri e dal diametro e risulta in generale compresa fra 70 e 120 m/sec. Questo valore deve però essere ridotto a circa 35 o 40 m/sec. per le prime ruote delle turbine a reazione (§ 18), ed è anche opportuno limitarlo a 50 ÷ 80 m/sec. per le prime ruote delle turbine ad azione, per non dover restringere l'ammissione a un settore piccolissimo. Dalle velocità periferiche a, si possono dedurre quelle w' del vapore all'uscita dai distributori, tenendo conto che è all'incirca $\frac{a}{w'} = 0,25 \div 0,40$ per le turbine ad azione e $\frac{a}{w'} = 0,3 \div 0,5$

per quelle a reazione. Nell'assegnare il valore w'_f della velocità di uscita dall'ultimo distributore, si deve ancora verificare: 1) che la perdita di calore per la forza viva del vapore all'uscita dall'ultima ruota motrice (questa perdita non supera $0,3\ A\ \frac{w'_f{}^2}{2g}$ per le turbine ad azione e $0,5\ A\ \frac{w'_f{}^2}{2g}$ per quelle a reazione) non rappresenti al massimo che il 5 % o 6 % del calore teoricamente disponibile $\lambda_i - \lambda'_f$; 2) che la lunghezza delle palette dell'ultima ruota motrice $l = 1,2\ \frac{P\ v_f}{\pi\ d\ u''_f \operatorname{sen} \beta''_f}$ non risulti eccessiva e sia in generale minore di 100 ÷ 120 mm. (1).

γ) Il rendimento interno η_i risulta eguale, per le posizioni fatte, a $1 - \Psi$ da cui si tolga ancora la parte di perdita dovuta alla velocità di uscita

$$\eta_i = 1 - \Psi - \frac{A\ w''_f{}^2}{2g\ (\lambda_i - \lambda'_f)}.$$

Assegnato al rendimento esterno un valore $\eta_e = 0,88 \div 0,95$, si calcola il rendimento totale $\eta = \eta_i\ \eta_e$ e se ne deduce il consumo P mediante la [22]

$$P = \frac{1}{\eta}\ \frac{75\ N}{E\ (\lambda_i - \lambda'_f)}.$$

δ) Stabiliti i valori di w' per la prima e per l'ultima turbina elementare, si traccia il diagramma corrispondente (fig. 30) dando ad esso un andamento iperbolico con una lenta variazione al principio ed una più rapida alla fine, sia per limitare nel maggior numero delle ruote le perdite per attrito, sia per tener conto che il massimo incremento di volume del vapore si ha solo negli ultimi salti di pressione. Dal diagramma di w' potrebbe dedursi quello di a, mediante il valore scelto per il rapporto $\frac{a}{w'}$, ma per semplificare la costruzione della turbina giova raccogliere le ruote in gruppi di egual diametro e perciò al diagramma iperbolico di a si sostituisce una spezzata a tratti orizzontali e verticali, che ne segua presso a poco l'andamento.

ε) Dai diagrammi di w' e di a si ricava quello di $\Delta\lambda$, ossia della quantità di calore effettivamente utilizzata in ogni turbina elementare, nel modo seguente. Per un istante qualunque della trasformazione si deduce dal triangolo delle velocità all'entrata, costruito mediante $w'_n\ a_n\ \alpha'_n$, il valore di u'_n e di β'_n.

Per una turbina ad azione si fa $u''_n = 0\ u'_n = (0,7 \div 0,9)\ u'_n$ e, mediante

(1) Occorrendo, si può rimpicciolire l anche diminuendo β''_f al di sotto del valore fissato per le altre ruote.

$u''_n\, a_n$ e $\beta''_n = 180° - \beta'_n$, si costruisce il triangolo delle velocità all'uscita ricavando w''_n ed α''_n. Ora, se i distributori seguono immediatamente le ruote motrici (come avviene sempre nelle turbine a reazione), così che l'energia cinetica corrispondente alla w'' non vada ritrasformata in calore, il valore di $\Delta\lambda_n$ corrispondente alla n^{esima} turbina elementare è:

$$\Delta\lambda_n = A\left[\frac{w'^2_n - w''^2_{n-1}}{2g} - (1-\theta^2)\frac{u'^2_n}{2g}\right]$$

e ammettendo per approssimazione che sia $w''_{n-1} = w''_n$ si ha:

$$\Delta\lambda_n = A\left[\frac{w'^2_n - w''^2_n}{2g} - (1-\theta^2)\frac{u'^2_n}{2g}\right]$$

nella quale espressione tutti i valori del secondo termine sono noti. Se invece le palette motrici di una ruota e i canali distributori susseguenti distano fra loro così che l'energia cinetica corrispondente a w'' vada ritrasformata in calore (1), è:

$$\Delta\lambda_n = \left[\frac{w'^2_n}{2g} - (1-\theta^2)\frac{u'^2_n}{2g}\right].$$

Per le turbine a reazione, avendo già posto $\beta'' = 180° - \alpha'$, si stabilisce ancora che sia il grado di reazione $\varepsilon = 1/2$, che cioè il calore trasformato nella ruota distributrice $A\,\frac{w'^2_n - w''^2_{n-1}}{2g}$ sia eguale a quello trasformato nella ruota motrice $A\,\frac{u''^2_n - u'^2_n}{2g}$. Assumendo per approssimazione $w''_n = w''_{n-1}$ si ha $w'_n = u''_n$ $w''_n = u'_n$ e $180° - \alpha''_n = \beta'_n$, cioè il triangolo delle velocità all'uscita è uguale a quello all'entrata e le palette distributrici e quelle motrici di una stessa turbina elementare risultano identiche. L'espressione di $\Delta\lambda$ diventa $\Delta\lambda_n = 2A\,\frac{w'^2_n - u'^2_n}{2g}$ di cui gli elementi sono noti e che può calcolarsi analiticamente o graficamente (fig. 20).

ζ) Costruito per punti il diagramma $\Delta\lambda$, integrandolo se ne deduce il valore medio $\Delta\lambda_m$ che permette di determinare il numero $\nu = \frac{\lambda_i - \lambda_f}{\Delta\lambda_m}$ delle turbine elementari e la lunghezza $\frac{L}{\nu}$ di ascissa, che corrisponde a ciascuna di esse. Si eseguono allora sul diagramma le piccole correzioni necessarie a far sì che i tratti, per i quali a è costante, comprendano un numero intero di turbine elementari. Il diagramma integrale di quello di $\Delta\lambda$,

(1) Naturalmente, caeteris paribus, in questo secondo caso si sarà scelto un valore di ψ maggiore che nel primo.

rappresenta la variazione della grandezza $\lambda_i - \lambda$ in una scala che si determina con la condizione che l'ordinata finale sia eguale a $\lambda_i - \lambda_f$ Si ricava così per ogni turbina elementare il valore $\lambda_i - \lambda$, con il quale dal diagramma $\lambda_i - \lambda = f(p)$ della fig. 19 si deducono gli altri elementi p, t, v e possono quindi disegnarsi sulla fig. 20 le curve corrispondenti.

η) Sono ora note tutte le quantità necessarie a calcolare la lunghezza l delle palette e a costruire il diagramma corrispondente. Infatti, introducendo un fattore k di poco maggiore di 1 per tener conto dell'ostruzione dovuta allo spessore delle palette, la lunghezza di esse è data da $l'_n = k \dfrac{P\, v'_n}{\pi\, d\, w'_n \operatorname{sen} \alpha'_n}$ per le distributrici e $l''_n = k \dfrac{P\, v''_n}{\pi\, d\, u''_n \operatorname{sen} \beta''_n}$ per le motrici.

Nelle turbine ad azione in cui l'ammissione sia limitata ad un arco di α, si debbono moltiplicare questi valori per $\dfrac{360^\circ}{\alpha^\circ}$. Il valore di l'_n così calcolato non è che il limite minimo dei valori possibili per le turbine ad azione a getto libero (§ 15).

Per le turbine a reazione, essendo $w'_n = u''_n$, $\alpha'_n = 180^\circ - \beta''_n$ e potendosi ritenere per approssimazione trascurabile anche la variazione di volume, cioè $v'_n = v''_n$ risulta $l'_n = l''_n$ e può farsi un solo diagramma rappresentativo di l. Per le prime turbine elementari le variazioni di l sono assai lievi, così che possono riunirsi più turbine in gruppi aventi la stessa lunghezza di palette.

θ) I diagrammi della fig. 20, così completati, insieme con i triangoli delle velocità all'entrata e all'uscita, forniscono tutti gli elementi caratteristici di ogni turbina elementare. La larghezza, o altezza, delle palette si assegna fra 7 mm. e 26 mm. circa, a seconda della loro lunghezza, e il passo fra 5 mm. e 15 mm. Per le palette motrici delle turbine ad azione a getto libero, il profilo interno si traccia empiricamente (§ 29 ε). — fig. 17) e quello esterno è arbitrario, purchè le sezioni dei canali risultino sovrabbondanti al volume di vapore che deve attraversarli. In tutti gli altri casi, cioè per le palette motrici delle turbine a reazione e di quelle limite (§ 15) e per le palette distributrici, si traccia empiricamente la traiettoria del filetto medio e se ne deducono il profilo interno ed esterno della paletta, con la condizione che le sezioni del canale, compreso fra due palette successive, variino così da rendere progressivo e graduale il cambiamento di velocità del vapore (e, se non si vuole trascurarlo, anche il suo cambiamento di volume). Un esempio di tali costruzioni è dato dalla fig. 21, ove devono considerarsi come dati u' u'' β' β'' v' v'' $l' = l''$ e la larghezza delle palette.

APPENDICE I. — Resistenza degli assi caricati eccentricamente e dei dischi, per grandi velocità di rotazione (1).

33. *Costruzione delle turbine.* — Dalla teoria sopra esposta esorbita lo studio delle sollecitazioni cui vanno soggetti gli organi delle turbine a vapore, e quindi anche la scelta dei materiali e il calcolo delle dimensioni. Ciò rientra invece nei fini della scienza delle costruzioni, applicata alle macchine. Giova tuttavia accennare a due problemi, che nella costruzione delle turbine a vapore hanno assunto nuova e grande importanza.

34. *Resistenza degli assi caricati eccentricamente.* — Un disco di massa m, fissato ad un asse simmetricamente rispetto ai due appoggi e col baricentro G distante di e dall'asse, s' inflette durante la rotazione con una saetta δ (fig. 22). Il valore di δ deve essere tale che la forza elastica $K\delta$ faccia equilibrio alla forza centrifuga $m(\delta + e)\omega^2$ ossia:

$$K\delta = m(\delta + e)\omega^2 \qquad \text{da cui } \delta = \frac{m e \omega^2}{K - m\omega^2}$$

Le teoria lascia dunque prevedere e l'esperienza conferma, che al di là di una certa velocità critica $\omega_c = \sqrt{\frac{K}{m}}$, per la quale sarebbe teoricamente $\delta = \infty$, il valore di δ diventa negativo, cioè il baricentro tende a riportarsi sull'asse geometrico di rotazione e tanto più vi si avvicina, quanto maggiore è ω. Questa proprietà, che elimina il pericolo di rottura dell'asse per causa di una centratura imperfetta, è utilizzata nelle turbine semplici ad azione a grandissima velocità angolare, dando all'asse dimensioni abbastanza limitate perchè $\omega_c = \sqrt{\frac{K}{m}}$ risulti pari a circa $^1/_7$ della velocità effettiva di rotazione.

Quando l'asse di rotazione, pur passando per il baricentro, non coincide con uno degli assi principali di inerzia del disco, esso è soggetto a una coppia in luogo che ad una forza; e le sollecitazioni riescono ancora assai più complicate quando il disco, non esattamente centrato, è portato di sbalzo, o non è in posizione simmetrica rispetto agli appoggi, o quando, in luogo di uno, sono portati dall'asse più dischi. Tutti questi casi però hanno per le pratiche applicazioni una minore importanza, che non il caso più semplice sopra esaminato.

35. *Resistenza dei dischi.* — Alle velocità periferiche che si raggiungono dalle turbine a vapore, le tensioni tangenziali che si svilupperebbero in una ruota ad anello oltrepasserebbero i 100 kg/mm², onde nella maggior parte dei casi si debbono usare ruote a disco.

(1) vedi A. STODOLA « *Die Dampfturbinen,* » 1905. § 52 a 70.

Se si indica con:

y lo spessore variabile del disco; σ_t σ_r le tensioni tangenziale e radiale;

x il raggio corrispondente ad y; μ la massa specifica;

e si considera l'elemento limitato dai cilindri di raggi x e $x + dx$, dalle superficie laterali del disco e da due piani meridiani formanti fra loro un angolo $d\varphi$ (fig. 23), l'equazione di equilibrio di tale elemento risulta:

$$\frac{d(\sigma_r \, x \, y)}{dx} - y\,\sigma_t + \mu\,\omega^2 x^2 y = 0 \qquad [a]$$

Se si indica ora con:

ε_t ε_r gli allungamenti specifici; E il modulo di elasticità;

γ il rapporto della contrazione all'allungam. ($\gamma = 0,3$ circa per l'acciaio fuso);

ξ l'incremento del raggio x per effetto della deformazione elastica;

si ha:

$$\varepsilon_r = \frac{d\xi}{dx} = \frac{1}{E}(\sigma_r - \gamma\,\sigma_t) \qquad \varepsilon_t = \frac{\xi}{x} = \frac{1}{E}(\sigma_t - \gamma\,\sigma_r) \qquad [b]$$

da cui:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\gamma^2}\left(\gamma\frac{\xi}{x} + \frac{d\xi}{dx}\right) \qquad \sigma_t = \frac{E}{1-\gamma^2}\left(\frac{\xi}{x} + \gamma\frac{d\xi}{dx}\right) \qquad [c]$$

Sostituendo nella [a] e ordinando, si deduce:

$$\frac{d^2\xi}{dx^2} + \left[\frac{d(\lg y)}{dx} + \frac{1}{x}\right]\frac{d\xi}{dx} + \left[\frac{\gamma}{x}\,\frac{d(\lg y)}{dx} - \frac{1}{x^2}\right]\xi + A\,x = 0 \qquad [d]$$

ove $A = \frac{(1-\gamma^2)\,\mu\,\omega^2}{E}$.

Se ora alla funzione che lega y ad x si dà la forma iperbolica:

$$y = k x^{-\alpha} \qquad [e]$$

la [d] risulta integrabile e la sua equazione integrale diventa:

$$\xi = a\,x^3 + b_1\,x^{\Psi_1} + b_2\,x^{\Psi_2} \qquad [f]$$

ove $a = -\frac{A}{8-(3+\gamma)\,\alpha}$, Ψ_1 e Ψ_2 sono le radici dell'equazione:

$$\Psi^2 - \alpha\,\Psi - (\gamma\,\alpha + 1) = 0$$

e b_1 e b_2 sono due costanti da determinarsi con le condizioni limite, cioè con le tensioni all'orlo interno (o al centro, se il disco è pieno) e all'orlo esterno del disco.

Per il disco di spessore costante:

$$y = \text{cost} \qquad \alpha = 0 \qquad \Psi_1 = -\Psi_2 = 1 \qquad \xi = a x^3 + b_1 x + \frac{b_2}{x}$$

Per il disco di eguale resistenza:

$$\sigma_r = \sigma_t = \sigma = \text{cost.} \qquad \frac{\xi}{x} = \frac{d\xi}{dx} = \frac{1-\gamma}{E}\sigma = \text{cost.}$$

e la [a] diventa:

$$\frac{dy}{dx} + \frac{\mu\omega^2}{\sigma} x y = 0 \; .$$

Integrandola e chiamando y_a il valore di y per $x = 0$ si ha:

$$y = y_a \, e^{-\frac{\mu\omega^2}{2\sigma}x^2}$$

Infine la teoria permette di dimostrare che, caeteris paribus, un disco pieno, cioè portato da un asse formato di due pezzi i quali vengono fissati sui fianchi del disco, ha una resistenza almeno doppia di quella di un disco forato, calettato cioè su di un asse che l'attraversa.

36. — *Determinazione grafica del profilo dei dischi.* — Il calcolo dei dischi in base alla teoria che precede è assai più agevole per via grafica, che non per via analitica. Il motodo si basa sulla costruzione di una serie di diagrammi (fig. 24) aventi tutti per ascissa il raggio x, in modo che, fissato inizialmente il diagramma degli allungamenti ξ, si possa alla fine dedurne il diagramma degli spessori y, cioè il profilo del disco.

Per la migliore utilizzazione del materiale conviene avvicinarsi quanto più è possibile alla costruzione di un disco di eguale resistenza, ove cioè tutti gli elementi di materia siano sollecitati in ogni direzione da una tensione σ pari alla massima, che non si vuole oltrepassare. In questo caso, dovendo essere $\frac{\xi}{x} = \frac{1-\gamma}{E}\sigma = \text{cost}$, il diagramma di ξ è una retta passante per l'origine e che i dati permettono di costruire.

Per un disco forato la retta $\frac{\xi}{x} = \frac{1-\gamma}{E}\sigma$ non può però rappresentare il diagramma di ξ nel tratto prossimo all'orlo interno, poichè quivi il valore σ_{r1} della tensione radiale è in generale minore di σ, ed in particolare se non si dà al mozzo una tensione iniziale di montaggio, è $\sigma_{r1} = 0$. Allora, assegnando un valore $\sigma_{r1} \leqq \sigma$ si ricava dalla [b] ξ_1 e $\xi'_1 = \frac{d\xi_1}{dx}$, ossia si hanno il primo punto e la prima tangente del diagramma di ξ. Spesso non è possibile raccordare, con un arco senza flessi e a larga curvatura, il punto iniziale con la retta $\frac{\xi}{x} = \frac{1-\gamma}{E}\sigma$ e si deve allora sostituire ad

essa un'altra retta, prossima per quanto è possibile, e tale che σ_t e σ_r non superino in alcun punto il valore assegnato di σ.

All'orlo esterno il diagramma si deve ancora discostare dall'andamento rettilineo, tanto per i dischi pieni quanto per quelli forati. Infatti il valore σ_{r2} della tensione radiale, dovuta alla forza centrifuga delle palette e dei pezzi di riempimento e di ritenuta necessarii alla loro fissazione, è in generale minore (1) della σ massima. Scegliendo ora un primo valore approssimato dell'allungamento finale ξ_2, leggermente minore di quello dato dal diagramma rettilineo, si deducono dalla [c], mediante ξ_2 e σ_{r2}, il valore di σ_{t2} che deve essere $\overline{\overline{<}}\ \sigma$ e quello di $\xi'_2 = \frac{d\,\xi_2}{d\,x}$, il quale permette di tracciare la tangente al diagramma di ξ nel suo punto estremo. Bastano in generale due o tre tentativi perchè la posizione di tale punto estremo e la corrispondente direzione della tangente permettano di dare all'ultimo tratto del diagramma di ξ un andamento curvilineo uniforme con curvatura non troppo ristretta.

Stabilito così il diagramma di ξ se ne deduce la curva differenziale $\xi' = \frac{d\,\xi}{d\,x}$ e da questa nello stesso modo $\xi'' = \frac{d^2\,\xi}{d\,x^2}$. Dai due primi diagrammi, mediante le [c], si ricavano quelli di σ_r e σ_t. Risolvendo poi la [d] rispetto a $\frac{d\,(\lg.\,y)}{d\,x}$ si ha:

$$\frac{y'}{y} = \frac{d\,(\lg y)}{d\,x} = -\frac{\xi'' + \frac{\xi'}{x} - \frac{\xi}{x^2} + A\,x}{\xi' + \gamma\,\frac{\xi}{x}}$$

Nei dati del problema e nei tre diagrammi di ξ ξ' e ξ'' si hanno tutti gli elementi necessari a tracciare per punti il diagramma di $\frac{y'}{y}$. Da questo, per integrazione grafica, si deduce quello di $\lg y$, assegnando la costante di integrazione (cioè la posizione dell'asse a cui il diagramma di $\lg y$ deve essere riferito) con la condizione che y abbia un determinato valore all'orlo interno o all'orlo esterno. Infine, passando dai logaritmi naturali ai numeri, si deduce dal diagramma di $\lg y$ quello degli spessori y, che dà il profilo del disco.

(1) Un valore maggiore non potrebbe essere ammesso e si dovrebbe aumentare lo spessore dell'orlo esterno fino ad avere $\sigma_{r_2} \overline{\overline{<}}\ \sigma$.

APPENDICE II. — **Tabelle numeriche per il vapore saturo** *(secondo Zeuner)*.

t gradi centigradi	p kg/cm^2	λ (calorie) $x = 0$	λ (calorie) $x = 1$	v m^3/kg $x = 1$	μ $x = 0$	μ $x = 1$
0	0,006	0,00	592,7	205,86	0,000	2,171
10	0,012	10,00	600,9	106,96	0,036	2,124
20	0,024	20,01	607,7	58,25	0,071	2,077
30	0,043	30,03	613,4	33,14	0,101	2,029
40	0,075	40,05	618,1	19,63	0,137	1,984
50	0,125	50,09	621,9	12,05	0,168	1,938
60	0,202	60,14	624,8	7,655	0,199	1,895
70	0,317	70,20	627,8	5,015	0,229	1,855
80	0,482	80,28	630,9	3,380	0,258	1,818
90	0,714	90,38	633,9	2,336	0,287	1,784
100	1,033	100,50	637,0	1,651	0,314	1,752
110	1,462	110,64	640,0	1,191	0,340	1,722
120	2,028	120,81	643,1	0,876	0,367	1,696
130	2,760	131,00	646,1	0,656	0,392	1,670
140	3,695	141,22	649,2	0,499	0,417	1,647
150	4,869	151,46	652,2	0,385	0,442	1,626
160	6,324	161,74	655,3	0,301	0,466	1,606
170	8,106	172,05	658,3	0,239	0,489	1,587
180	10,260	182,40	661,4	0,191	0,512	1,569
190	12,838	192,78	664,4	0,155	0,535	1,554
200	15,892	203,20	667,5	0,127	0,557	1,538

p kg/cm^2	t gradi centigradi	λ (calorie) $x = 0$	λ (calorie) $x = 1$	v m^3/kg $x = 1$	μ $x = 0$	μ $x = 1$
0,2	59,8	59,9	624,7	7,782	0,198	1,896
0,4	75,5	75,7	629,5	4,040	0,245	1,834
0,6	85,5	85,8	632,6	2,755	0,273	1,798
0,8	93,0	93,4	634,7	2,100	0,294	1,773
1,0	99,1	99,6	636,7	1,702	0,311	1,755
1,5	110,8	111,4	640,3	1,157	0,343	1,719
2,0	119,6	120,4	643,0	0,887	0,365	1,696
2,5	126,7	127,7	645,1	0,719	0,384	1,679
3,0	132,8	133,8	647,0	0,606	0,399	1,664
4,	142,8	144,1	650,1	0,462	0,424	1,641
5,	151,0	152,5	652,5	0,375	0,444	1,623
6,	157,9	159,6	654,7	0,316	0,461	1,610
7,	164,0	165,9	656,5	0,274	0,475	1,598
8,	169,5	171,5	658,2	0,241	0,488	1,588
9,	174,4	176,6	659,7	0,216	0,499	1,579
10,	178,9	181,2	661,1	0,196	0,510	1,572
11,	183,0	185,6	662,3	0,179	0,519	1,564
12,	187,0	189,6	663,5	0,165	0,528	1,558
14,	194,0	196,9	665,7	0,143	0,544	1,548
16,	200,3	203,5	667,6	0,126	0,558	1,538
20,	211,3	215,1	671,0	0,102	0,582	1,523

Le presenti tabelle forniscono tutti gli elementi necessari a costruire le curve limite $t = f(\mu)$, $p = f(t)$, $p = f(v)$ per il vapore saturo secco ($x = 1$) ed anche la curva $t = f(\mu)$ per l'acqua al punto di ebollizione ($x = 0$). Le isobare per il vapore surriscaldato si costruiscono facilmente, se si ammette che il calore specifico a pressione costante del vapore surriscaldato sia invariabile $c_p = 0,48$.

BIBLIOGRAFIA.

STODOLA. — *Die Dampfturbinen* — Berlin-Springer 1905.

KOOB. — *Stromungserscheinungen in Düsen — Die Berechnung der Dampfturbinen auf zeichnerischer Grundlage — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* 1904.

RATEAU. — *Théorie élementaire des turbines à vapeur — Revue de Mécanique* 1903.

HODGKINSON. — *Some theoretical and practical considerations in steam-turbine work. Engineering* 1904.

ANCONA. — *Turbine a vapore* (*Atti dell'Ass. Elettrotecnica It.* 1902) — *Sulla teoria grafica dei fluidi elastici.* (*Il Politecnico* 1905).

BELLUZZO. — *Le turbine a vapore e a gaz* - 1905.

EYERMANN — *Die Dampfturbine* - 1906.

FOSTER. *Steamturbines and turbo-compressors* - 1906.

GENTSCH. — *Dampfturbinen* - 1905.

JUDE. — *The theory of the steam-turbine* - 1906.

MOLLIER. — *Neue Diagramme zur technischen Wärmelehre.* (*Zeits. des Vereins deut. Ingenieure*, 1904).

MORIONDO. — *Turbine a vapore.* - 1907.

NEILSON. — *The steam-turbine* - 1903.

— *The gas-turbine* (*Inst. of mech. engineers* 1904).

— *A comparison of diff. types of steam-turbines* (*Engineer* 1905).

NIETHAMMER. — *Die Dampfturbinen* - 1905.

ROYER. — *Turbines à gaz* (*Revue de Mécanique* 1904).

STEVENS E HOBART. — *Steam-turbine engineering* - 1906.

SOTHERN. — *The marine steam-turbine* - 1906.

WAGNER. — *Die Dampfturbinen* - 1904.

WILDA. — *Die Dampfturbinen* - 1906.

L'ESERCIZIO FERROVIARIO IN ITALIA[1]

Nei suoi rapporti con l'economia del paese

E LA SCIENZA DEI TRASPORTI

(Continuazione vedi pag. 164).

***

In quanto al servizio delle merci, sulle grandi linee, qualunque potenzialità della linea, qualsiasi perfetta organizzazione del servizio possono essere inutilizzate dall'elemento veicolo, se questo non è proporzionato all'importanza della linea, alla natura delle merci ed alla intensità del traffico.

Se, ad esempio adottassimo i primi carri, che, all'inizio delle ferrovie, furono adottati dall'Inghilterra, di tonnellate 2, 65, e dalla Germania di tonnellate 4, 50, è evidente che renderemmo impossibile l'esercizio ferroviario, poichè ridurremmo la potenzialità delle nostre ferrovie alla metà o ad un quarto.

Naturalmente quelle prime e scarse proporzioni andarono aumentando col progredire del traffico, finchè si giunse all'abolizione del sistema di tariffa detta « Tariffa alsaziana » basata sull' unità di 10 000 chilogrammi, che portò come conseguenza l'adozione di tale portata per i vagoni nuovi.

E, mentre tale maggiore portata aumentava la potenzialità delle ferrovie, esercitava una notevole influenza sul miglioramento del rapporto fra il peso morto e il peso utile ed una rilevante economia sia nella spesa di esercizio, come in quella di primo impianto e di manutenzione, ciò che rese possibili facilitazioni ed economie sulle tariffe dei trasporti.

Ma quando l' aumento del traffico esigeva sempre più l' aumento della portata dei carri, la via e gli impianti, già esistenti, opponevano gravi difficoltà a veicoli più grandi e di più grande portata: quindi occorreva anzitutto aumentare la potenzialità della via, prima di poter aumentare le dimensioni dei carri.

Questo fenomeno dell'adattamento della via e dei carri in proporzione del traffico si è verificato in tutta la sua grandiosità, nelle ferrovie dell'America del Nord.

La capacità dei primi vagoni sorpassava di poco le tre tonnellate

(1) Conferenza tenuta al Collegio degli Ingegneri di Milano il 20 giugno 1907.

e nel 1865 non si elevò oltre le sette tonnellate: però, dopo il prodigioso sviluppo delle ferrovie, fra il 1870 e il 1875, la capacità dei vagoni salì rapidamente, mantenendosi fra un minimo di 9 tonnellate per i carri bestiami e un massimo di 17 tonnellate, circa per il carbon fossile.

Dal 1876 la capacità dei vagoni nuovi continuò a salire, e nel 1885 il tipo normale per le principali Compagnie ferroviarie raggiunse le 27 tonnellate; ma nel 1895 in seguito alla costruzione della Pennsylvania Lines West of Pittsburgh, la portata dei carri raggiunse le 32 tonnellate per il trasporto del carbon fossile e di minerali. Questi carri furono precursori del vagone in acciaio pressato di 100 000 libbre, cioè 45 tonnellate, e finalmente di quelli di 50 tonnellate.

Il breve specchio che quì si riporta indica il progressivo aumento della capacità e la conseguente diminuzione del peso morto.

ANNO 1	Tara in chilogrammi 2	Portata — Chilogrammi 3	Peso totale sotto carico chilogrammi 4	Percentuale del peso totale	
				Tara 5	Portata 6
1876 . . .	9, 300	9, 070	18, 370	53, 65 %	46, 35 %
1882 . . .	10, 890	18, 140	29, 030	37, 50 »	62, 50 »
1889 . . .	12, 570	27, 920	40, 490	31, 59 »	68, 41 »
1895 . . .	16, 330	36, 290	52, 620	31, 04 »	68, 96 »
1898 . . .	17, 460	45, 360	62, 820	27, 80 »	72, 20 »
		49, 900	67, 360	25, 93 »	74, 07 »

I vantaggi ottenuti nelle ferrovie americane dai vagoni di grande portata sono assai rilevanti: il primo, immediato, è la riduzione della lunghezza dei treni, dato il carico da rimorchiarsi; e da questo ne derivano altri che si riassumono così:

1.° Le resistenze dovute all'attrito ed all' aria sono attenuate e il carico essendo avvicinato di più alla locomotiva è rimorchiato più facilmente;

2.° Il peso utile trasportato è aumentato; quindi un minor numero di vagoni e di locomotive per il trasporto di un dato carico. In conseguenza l' interesse del capitale e le spese di trazione di-

minuiscono e il movimento dei vagoni vuoti, in senso contrario del traffico dei grandi carichi diviene minore;

3.° La necessità di aumentare la capacità delle vie principali, dei binari nelle stazioni per le merci e delle officine è diminuita, e nello stesso tempo sono diminuite le spese di manovra;

4.° Una grande economia di salarî risulta altresì dalla riduzione del numero dei treni;

5.° Tutte queste economie conducono alla conseguenza che le tariffe possono essere abbassate oltre un certo limite, che, pel passato, pareva non potesse neanche raggiungersi.

È isteressantissima la relazione del signor L. F. Loree, direttore della *Pennsylvania Lines West of Pittsburgh,* su tale argomento. Egli riporta le risposte di 32 Compagnie ferroviarie su di un paricolareggiato questionario. Tutte confermano i vantaggi, ora riassunti, con notizie e dati di fatto.

In Europa per quanto si sia persuasi dei vantaggi derivanti dall'aumentata capacità dei vagoni per merci, si ha un grande ritegno a seguire l'esempio dell'America del Nord.

E non si tratta soltanto delle Società ferroviarie dell'Europa continentale; ma anche dell'inghilterra. L'ingegnere C. J. Owens, direttore generale della *London and South Western Railway,* che ha esaminato la questione della capacità dei vagoni, si dichiara immediatamente e senza riserva in favore del tipo di vagone il più grande possibile, ed aggiunge che se dovesse organizzare l'esercizio di nuove ferrovie, adotterebbe tale innovazione; ma per quanto concerne l'Inghilterra, ritiene che speciali condizioni materiali derivanti dalla natura delle linee esistenti e dalle abitudini commerciali, impediscono un rilevante aumento della capacità dei vagoni.

Egli descrive le stazioni delle merci in Londra e in Inghilterra, che hanno reso frequentissimo l'uso delle piattaforme girevoli. Queste sono tutte proporzionate per vagoni che non raggiungono i 6 metri, e però si dovrebbero ricostruire tutte; e assai spesso, come a Manchester, questa ricostruzione sarebbe impossibile, poichè le piattaforme, sono così vicine le une alle altre che dovrebbero sopprimersi anche i binari.

Inoltre l'adozione generale di un tipo di vagoni più grandi solleverebbe moltissimi reclami dal gran numero di industriali che sarebbero obbligati o modificare i loro impianti di collegamento con le ferrovie.

E molti altri paesi d'Europa, per le stesse ragioni, non ancora hanno intesa la necessità di adottare, per determinate linee e per speciali merci, i vagoni merci di grandissima portata.

Ma l'esempio dell'Inghilterra e degli altri paesi ci dimostra che se noi ora vorremo aumentare la potenzialità delle nostre ferrovie, senza tener conto della necessità di adottare i vagoni di grande portata spenderemo dei miliardi e quando ci accorgessimo di tale necessità o dovremmo rinunciarvi come l'Inghilterra, o dovremmo distruggere in gran parte i lavori già eseguiti, poichè l'esempio dell'Inghilterra c'insegna come l'innovazione della portata dei carri merci, che potrebbe parere indipendente dal resto del meccanismo lo interessa in tutti i suoi diversi elementi, tanto da richiedere tutta una profonda modificazione.

Anche noi abbiamo linee affaticate dal trasporto di ingenti quantità di carboni e materie prime, e quindi s'impone la necessità di adoperare carri di grande portata che come ho avuto l'onore di dimostrare, aumentano notevolmente la potenzialità delle linee e la regolarità dell'esercizio.

E sempre tenendo conto della connessione di cause ad effetti, che esiste tra l'esercizio ed il meccanismo, occorre rilevare che nel fissare le norme di un razionale esercizio, si è vista la necessità di porre come principio assoluto che le merci appena giunte alle stazioni di arrivo debbono lasciar liberi e i carri e le stazioni stesse. Sorge cioè la necessità di proporzionare l'altro elemento del meccanismo, la stazione, ai grandi traffici.

È ovvio che adottando la maggiore velocità nei trasporti e la maggior portata dei carri, noi inutilizzeremo completamente la potenzialità della linea, se agli estremi di essa non assicuriamo il pronto e immediato efflusso della merce, se alle stazioni ove il traffico va ad intensificarsi, noi non sappiamo approntare gli organi convenienti, necessari per rendere ugualmente rapido lo smaltimento del traffico che vi concorre, impedendo i rigurgiti, il cui triste effetto si propaga a tutto l'esercizio a tutto il paese.

Noi abbiamo rilevato i danni che presenta il nostro esercizio ferroviario, il quale è disadatto a dare sfogo alle merci che giungono nei punti in cui il traffico si accentra ed intensifica.

È un vero arresto della vita che paralizza, congestiona il movimento di tutto il meccanismo ferroviario.

Ed è bene evidente che se noi aumentiamo la potenzialità della strada, la massa di merci diventa sempre maggiore e quindi più grave diverrebbe il danno del loro ristagno nelle grandi stazioni in cui concorrono.

Se codeste stazioni rappresentano il cuore dell'organismo ferroviario, è evidente che dobbiamo porle in grado che rispondano effettivamente, alla funzione di poter accogliere il poderoso afflusso di merci che vi concorrono ed alla conseguente irradiazione di esse.

In quei centri vitali è interessata tutta la vita del paese, anche delle regioni più lontane; e quindi il provvedervi con larghi e potenti mezzi non rappresenta un'interesse singolo, ma generale, come è essenziale, nella vita umana, per tutte le membra, anche più lontane, il libero e perfetto funzionamento del cuore.

Per modo che tutto ciò che rappresenta il libero e perfetto funzionamento dei centri del traffico, quali Milano, Genova, Alessandria, Torino, Bologna, Roma, Napoli, costituisce un' interesse generale, poichè abbiam visto che un rigurgito del traffico nel porto di Genova estende il suo influsso deleterio fin nelle Puglie.

Occorre quindi che in codesti centri della vita si creino proporzionatamente alla loro importanza, tali potenti meccanismi, cioè tali stazioni da ottenere lo scopo che non sia ostacolato, come ora è, ma agevolato il flusso e riflusso delle merci.

Questo bisogno collegato con quello di separare nettamente il servizio delle merci da quello dei viaggiatori, porta la razionale necessaria conseguenza, di dividere in modo completo e reciso, nei grandi centri del traffico, le stazioni di viaggiatori da quelle delle merci.

Codeste stazioni avranno caratteri assai diversi; per le prime potranno essere opportunamente modificate quelle già esistenti; ma le grandi stazioni merci occorre costruirle vari chilometri lontano dalla città affinchè abbiano piena libertà di movimento e d'incremento. In conseguenza tenuto il debito conto delle condizioni topografiche, quattro o cinque chilometri prima di giungere alle odierne stazioni, nuovi ed appositi rami di ferrovie debbono distaccarsi per dirigersi alle nuove stazioni per le merci.

Io considero le grandi stazioni merci quali veri e grandi porti terrestri. Come in quelli di mare tutto è disposto per lo sbarco sollecito delle merci per mezzo di apposite banchine, grue e mezzi meccanici, così le grandi stazioni ferroviarie debbono offrire le banchine e i mezzi meccanici occorrenti per lo scarico delle merci.

Come nei grandi porti vi sono grandi magazzini di deposito, sylos, elevatori meccanici per i grani, i carboni; come vi sono docks vi-

nicoli, serbatoi per liquidi diversi e vaste tettoie per depositi, per ricovero di animali e di materie prime: così in codeste grandi stazioni merci tutti gli indicati magazzini e meccanismi sono necessari.

Ai mezzi di scarico e di deposito debbono aggiungersi quelli di carico in guisa che la merce, appena giunta, trovi modo economico e sollecito per essere caricata sui carri che debbono portarla in città, nelle manifatture, negli opifici.

Tutto questo parco, più o meno vasto deve avere attorno un grande spazio libero in modo che possa sempre e man mano allargarsi, e che permetta alle Ditte private d'impiantarvi magazzini di deposito banchine di carico e di scarico, così per uso diretto come per affitto.

Lunghe ed ampie vie adatte al passaggio di carri ed automobili debbono unire questi porti terrestri alla città.

L'Amministrazione delle ferrovie costruirà i grandi fasci di binari per operazioni di smistamento, le banchine, le tettoie necessarie al servizio e potrà anche costruire una parte di codesti magazzini; ma è evidente che l'iniziativa privata, ben guidata e regolata, potrà rendere servizi incalcolabili per il libero, pronto ed efficace movimento delle merci.

Così soltanto potrà ottenersi che mentre i vagoni si liberano dalla merce che concorre alla stazione, possano essere caricati immediatamente negli stessi magazzini dove già sia pronta la merce destinata a partire.

Quei grandi magazzini di deposito, come i volanti delle macchine, permetteranno d'immagazzinare, nei momenti in cui il traffico è meno intenso, le merci, le materie prime, che nei momenti di maggior lavoro sarebbe difficile avere, e quindi da un lato permetteranno che gli industriali abbiano, fuori la zona del dazio, i necessari depositi di materie prime e di merci alle quali possano ricorrere a loro piacimento, dall'altro si presteranno per approntare grandi quantità di merci, che nei momenti più opportuni, potranno essere spedite, utilizzando quei carri che, col presente sistema, sono obbligati a ritornare vuoti.

Assicurato il funzionamento delle grandi linee del traffico e adattatovi gli elementi del meccanismo, cioè la via, i veicoli, le stazioni si è risolto gran parte del problema.

Per le linee di minore importanza gli stessi elementi saranno proporzionati alla loro natura ed importanza, imperocchè ve ne sono

alcune che per la loro posizione geografica e per le condizioni speciali del traffico, assumono il carattere di vere e grandi arterie e quindi, per esse il meccanismo, nei suoi diversi elementi, assume le proporzioni richieste per le linee di grande traffico.

Per il traffico medio, e cioè per il servizio dei centri minori, il meccanismo dovrà adattarsi alla natura ed alle esigenze del traffico stesso: oggi generalmente le stazioni sono prive di impianti fissi, di piani caricatori e di ogni adatto meccanismo; i vagoni per i viaggiatori, invece di essere adattati alla natura del traffico, consistono in veicoli invecchiati scartati dalle grandi linee, sistema che come ho avuto l'onore di dimostrarvi, risulta dannoso all'esercizio ed eccessivamente dispendioso.

In fine il servizio dei minimi traffici pei quali ho proposto l'adozione dei piccoli treni, da intercalarsi anche fra i treni diretti e direttissimi pel servizio di quei piccoli paesi che trovansi lungo le grandi linee, impone la necessità di adottare macchine e veicoli adatti all'indole ed al carattere del traffico.

Non è possibile adottare uno stesso tipo di vetture così nel piano, come fra i monti, così nei paesi agricoli come in quelli industriali. così nei luoghi di diporto come in quelli industriali.

Mentre cioè il vagone dei grandi treni tende ad assumere un'impronta unica, i vagoni per i piccoli traffici tenderanno ad adattarsi alle condizioni di clima, alla natura del commercio e dei luoghi che debbono servirsi.

E per quanto i limiti impostimi dalla presente conferenza non mi permettano di trattare il problema delle tariffe, pure parmi necessario accennare al principio che le tariffe debbano adattarsi alle condizioni locali ed alla natura dei traffici.

Solo per i grandi treni dei grandi traffici potranno adattarsi tariffe rispondenti a criteri costanti per tutto il paese; ma per i traffici medi e specialmente per quelli di assoluto carattere locale, le tariffe debbono adattarsi anch'esse alla natura, alla ricchezza della regione; in caso opposto, ciò che si vien guadagnando con l'organizzazione razionale dell'esercizio, e con un adatto meccanismo, verrebbe distrutto in gran parte da una tariffa non proporzionata alle condizioni dei luoghi ed alla potenzialità economica delle popolazioni.

La trazione elettrica per le nostre ferrovie minori rappresenterà uno dei grandi fattori della trasformazione dell'esercizio.

La trazione elettrica considerata solamente come la sostituzione

dell'energia elettrica a quella del vapore, in molti casi potrebbe parere anche inopportuna, di fronte alle gravi spese di trasformazione ed alla quasi completa rinnovazione del materiale mobile pel trasporto dei viaggiatori.

Ma purtroppo questa miope e meschina visione della immensa portata economica della trazione elettrica condurrebbe o all' inazione o, peggio ancora, all'adozione dell'elettricità con criteri disadatti e sommamente dannosi.

Dove la trazione elettrica ha la sola funzione di sostituire quella a vapore, come nell'America del nord, meno poche modificazioni, l'esercizio conserva gli stessi metodi, poichè essi sono conformi già ai bisogni ed alle esigenze della vita e del commercio, ma per l'Italia, gli esperimenti della trazione elettrica, più che la sostituzione della elettricità al vapore, hanno e debbono avere per scopo il radicale mutamento dei sistemi d'esercizio. Conservando gli stessi metodi, non potremmo non avere che gli stessi tristissimi risultati economici. Mettiamo quindi tutta la cura nella risoluzione tecnica della trazione elettrica, ma non dimentichiamo che essa avrà un vero effetto utile, se la sapremo adattare alle esigenze della vita e del commercio.

La difficoltà di risolvere il problema della trazione elettrica sulle linee principali e per i treni di grande peso e di grande velocità è già in gran parte vinta; può dirsi risolta del tutto per le ferrovie minori.

Se noi riusciremo, come è lecito sperare, a trasformare in trazione elettrica le nuove linee principali, avremo senza dubbio dei grandi vantaggi su tutti i servizi e sull'andamento nei treni. Ma i veri e grandi vantaggi saranno quelli derivanti dalla trasformazione elettrica delle ferrovie secondarie, trasformazione che non avrebbe bisogno di ulteriori remore e di esperimenti.

Questa trasformazione porterà con sè la profonda modificazione di tutto un sistema erroneo ed esiziale nel servizio delle nostre linee secondarie, imponendo la necessità di creare un nuovo tipo di esercizio che risponda realmente ai nostri bisogni e non rappresenti, come l'odierno, un danno incalcolabile per l'economia della Nazione e del bilancio dello Stato.

La trazione elettrica deve darci non una semplice trasformazione meccanica, ma una completa e profonda trasformazione economica.

L'esperimento della trazione elettrica ha il vantaggio di rendere possibili le riforme radicali che ho già proposte da tempo e che sono ormai qua e là attuate incompletamente e senza un criterio organico.

Se la più grande preoccupazione del nostro esercizio ferroviario ci è data dalla rete delle ferrovie secondarie, che o danno poco reddito o sono addirittura passive, è sul loro esercizio che devesi portare la maggiore attenzione.

Se dunque tali ferrovie specialmente nelle provincie meridionali sono inutili e passive, per colpa dell'esercizio ferroviario, è necessario che l'esperimento di un esercizio razionale distrugga il pernicioso errore di ritenere che esse siano destinate a rappresentare una passività per lo Stato ed un' inutile decorazione per contrade disadatte ad ogni risveglio economico.

Questo esame dimostra che solamente quando si ha il concetto completo di un razionale esercizio, ispirato ai bisogni del paese ed ai mezzi che offre la scienza tecnica, si potrà rettificare e migliorare il nostro meccanismo ferroviario.

Soltanto allora potrà aversi una visione chiara ed esatta del metodo da seguire per modificare razionalmente il nostro meccanismo ferroviario per quanto riguarda le grandi, le medie e le minime linee del traffico, in guisa che la strada, il veicolo, le stazioni rispondano realmente all'esercizio che ci prefiggiamo di attuare.

Quindi non si tratta soltanto di raddoppiare i binari, di migliorare le condizioni delle nostre linee, di aumentare il materiale mobile, coi metodi e coi sistemi finora imposti da un esercizio disadatto, irrazionale e costoso; ma occorre che un pensiero alto e scientifico illumini e guidi questa restaurazione del meccanismo ferroviario, in modo che possa realmente rispondere alla vita del paese ed alla potenzialità tecnica che i mezzi, offertici dalla scienza, ci mettono in grado di adottare.

Ma non basta.

Gran parte delle nostre maggiori e più importanti linee non hanno quella potenzialità che la vastità del traffico a cui sono destinate esige, e tutti i mezzi per aumentarla trovano ostacolo gravissimo e quasi sempre insormontabile, nelle cattive condizioni altimetriche e planimetriche della linea.

Da questa difficile condizione sorge la necessità di creare le così dette direttissime che rispondono allo scopo di creare vie della maggiore possibile potenzialità, quindi più brevi e sopratutto con limitatissime pendenze ed ampissime curve.

La costruzione di codeste nuove linee, mentre riguarda effettivamente l'aumento del patrimonio, che è cosa diversa dal restaurare le deficienti condizioni delle nostre linee, pure può considerarsi come facente parte della restaurazione della rete ferroviaria.

Non si tratta cioè di nuovi traffici da sviluppare; vi sono linee che non sono in grado di smaltire il traffico che vi affuisce; è questione di deficiente potenzialità a cui bisogna porre riparo.

L'incremento del traffico che s'addensa sempre più in Genova ha fatto sì che la potenzialità di tutte le linee, che da essa si diramano, è già sorpassata; l'unica linea che interessa tutta la Toscana, Roma e l'Italia meridionale, cioè la Genova-Spezia, ha tale intenso esercizio che non permette l'aggiunta di un solo treno.

La Genova-Milano, malgrado tanti costosi lavori per aumentarne la potenzialità, non offre che un brevissimo margine di potenzialità neanche quando saranno attuati i potenti mezzi escogitati per aumentarla.

E questa intensità del traffico è resa anche più grave, poichè l'Emilia, la Lombardia orientale e il Brennero non possono comunicare con Genova se non con la Bologna-Piacenza-Tortona.

Quindi la direttissima Genova-Milano, una linea interna da Genova a Spezia e da Genova all'Emilia s'impongono come necessità ineluttabile non per le provincie interessate, ma per impedire funesti rigurgiti che paralizzano tutto l'esercizio ferroviario.

D'altra parte è necessario osservare che fino a quando un paese nella speranza di dar vita ai suoi commerci non ancora sviluppati, vuole costruire linee nuove, potrà sorgere la questione sulla convenienza o meno di tali costruzioni. Ma allorchè l'esuberanza del traffico sorpassa la massima potenzialità di linee già esistenti, ogni quistione deve cedere innanzi alle gravi conseguenze che deriverebbero dal sistema di strozzare la vita del paese.

E quì occorre rilevare che la costruzione di tali linee non rappresenta per lo Stato una vera spesa, ma costituisce un lucroso impiego di capitale, perchè il traffico è già largamente assicurato.

Nè parmi sistema opportuno quello di attendere che le linee di grande traffico giungano alla massima, estrema utilizzazione per decidersi a creare nuove e più perfezionate linee, imperocchè occorrendo vari anni per la costruzione di una ferrovia, se effettivamente la linea è già completamente utilizzata, il danno dell'attesa per la costruzione della nuova linea non compensa davvero il ritardo nell'affrontare la grave spesa.

E se le statistiche sono esatte, noi già abbiamo la prova della

diminuzione del traffico nei primi mesi di quest'anno nei porti di Genova e Savona.

Armatori, commercianti ed industriali sono stati costretti a servirsi dei transiti esteri, non potendo farne a fidanza sui mezzi di scarico e di trasporto delle loro merci dai porti di Genova e di Savona ai mercati ed agli opifici lombardi e piemontesi.

I trasporti di granaglie, cotone, vino e varie altre merci nel primo quadrimestre 1907 sono stati inferiori di 165 000 tonnellate a quelli effettuati dai detti porti nel periodo corrispondente al 1906.

E la perdita dei nostri porti è tutto a vantaggio dei porti di Brema Amburgo, Rotterdam.

Ciò significa che il traffico trova la via più adatta, ed emigra dalle nostre ferrovie ad ogni deficienza del nostro esercizio ferroviario e del nostro meccanismo.

È quindi questione vitale il provvedere acchè il traffico non devii dal suo naturale corso offerto dalla nostra postura geografica.

E non soltanto occorrerà provvedere alla deficiente potenzialità delle anzidette linee, ma parrebbemi necessario che fino da ora non si perdano di vista altri mezzi che possano condurre allo scopo.

Le autovie cioè le vie per uso esclusivo d'automobili saranno il più valido, il più sicuro aiuto del traffico: ed io penso che il più interessato allo sviluppo di tali vie debba essere l'esercizio di Stato delle ferrovie.

Così nei luoghi ove il traffico è appena all'inizio come in quelli dove è largamente sviluppato, esse serviranno a svegliare le energie latenti o sopite, o aiutare il maggior traffico così nelle condizioni normali come in speciali condizioni di danni e interruzioni.

Nè occorre dimenticare che in un avvenire assai prossimo l'aumento del traffico tenderà sempre a divenire maggiore di qualsiasi potenzialità a cui potremo elevare le nostre ferrovie e che occorre spingere lo sguardo innanzi per prepararsi, per provvedere a nuovi mezzi che concorrano con le ferrovie a procurare nuovi mezzi di trasporti; le ferrovie economiche (1), le ferrovie aeree, gli automo-

(1) Piacemi qui ricordare che la mia disertazione per la laurea ebbe per titolo *Sulle ferrovie economiche e la loro convenienza in Italia.* — Napoli, Tipografia di Fransesco Saverio Tornese.

Sull'argomento delle ferrovie economiche veggansi altresì le seguenti pubblicazioni.

Ing G. SPERA, *Le ferrovie complementari calabro-sicule*, Tipografia Cooperativa Sociale, Roma, 1902.

Ing. G. SPERA, *Il IV Congresso internazionale ferroviario a Parigi. Relazione a S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici.* Tipografia Cooperativa Sociale, Roma 1904. Parte IV.

bili e (1) più di tutto le apposite vie per automobili saranno i necessari aiuti a cui dovremo ricorrere (2).

Le ferrovie e le autovie hanno caratteri ben distinti per gli scopi che debbono raggiungere e per i mezzi di cui possono disporre.

Solo elevandosi ad un alto punto di vista, si può misurare l'importanza di questo superbo ausilio dei trasporti, e si può comprendere come lo Stato debba agevolare, stimolare e spesso sovvenzionare largamente questi nuovi mezzi per aiutare la potenzialità delle ferrovie.

In qualunque industria, e specialmente nell'esercizio ferroviario, il sistema più irrazionale è quello di farsi sorprendere dalla necessità degli eventi invece di prevenirli.

Costo della restaurazione del meccanismo ferroviario.

Il Parlamento ha votato l'ingente somma di 910 milioni di lire per porre in condizioni normali il nostro meccanismo ferroviario.

Saranno sufficienti?

Certo la natura dei lavori, le difficoltà dell'esecuzione, importano spese non sempre prevedibili.

(1) Ing. G. Spera, *Gli automobili e il loro avvenire in Italia. Relazione presentata al Ministero dei Lavori pubblici l'11 ott. 1899.* Tipografia Cooperativa Sociale, Roma.

Ing. G. Spera, *L'esercizio ferroviario e il servizio degli automobili. Conferenza tenuta a Roma alla Società degli ingegneri ed Architetti Italiani « Annali »*, facicolo I (1900).

Ing. G. Spera *Il servizio degli automobili e le strade rotabili.* Tipografia V. Biccheri, Roma 1901.

(2) Per il primo in Italia ho progettato un'autovia, cioè una via per uso esclusivo di automobili, da Roma a Napoli per la via di Terracina e son certo che se oggi questo sistema non è ancora completamente compreso, sarà imposto dalla necessità delle cose.

Vi avrebbe accesso qualunque automobile per trasporti di persone o di merci col solo pagamento di una lieve tassa di passaggio.

La via sarebbe lunga 206 chilometri, alberata difesa da siepi, staccionate, o muretti; provvista di stazioni e case cantoniere; mantenuta in modo da evitare il fango e la polvere, Potrebbe essere percorsa in tre ore.

Sarebbe una tal via il più potente ed opportuno ausilio alla direttissima, la quale avendo per scopo l'unione rapida di Napoli e Roma, non potrebbe portare aiuto efficace allo sviluppo delle iniziative locali.

In tale relazione ho dimostrato come le autovie e le ferrovie, lungi dal crearsi una scambievole concorrenza si completano e si aiutano a vicenda.

Ing. G. Spera, *L'autovia* (strada per uso esclusivo di automobili) Roma-Terracina-Gaeta-Napoli-Roma. — Tipografia Cooperativa Sociale, 1906.

Esclusa però la spesa riguardante le nuove linee, imposta dalle esigenze del traffico, posso constatare, con mio compiacimento, che le cifre da me previste, fin da quando pubblicai il mio terzo volume (1), collimano con quelle votate dal Parlamento.

Date le esigenze di un razionale esercizio ferroviario, la nostra rete presenta anzitutto una deficienza notevole di linee a doppio binario: su chilometri 12,000 circa essa ha soltanto il 14 % di doppi binari.

Ed un razionale esercizio ferroviario non potrà mai effettuarsi se le grandi arterie e le linee che costituiscono la parte integrante di tutta la rete, non sono a doppio binario; vi potranno essere dei punti dove la difficoltà per l'impianto di un altro binario siano gravissime, e ciò potrà considerarsi come un'eccezione inevitabile, ma non distrugge il principio, ed egualmente può darsi il caso che speciali condizioni di una linea, che pur non può considerarsi come facente parte delle arterie principali, esigano il doppio binario.

Sono questi i casi speciali che la pratica dell'esercizio e le condizioni dei luoghi consigliano, e che non turbano il concetto generale da seguirsi.

Le grandi linee, che convogliano tutto il movimento, hanno esigenze più importanti delle altre; e quando effettivamente il traffico sarà sviluppato in molte di queste grandi arterie, sarà necessario un terzo ed un quarto binario; necessità che non si deve guardare come un danno, bensì come un vantaggio, poichè il grande movimento rivarrà ad usura le maggiori spese d'impianto. E qui è opportuno rilevare che, in generale, quando una linea a doppio binario deve essere trasformata in linea a quattro binari, occorre tener conto delle sue condizioni altimetriche e planimetriche. Quando esse non siano tali, quali si richieggono per una linea di grande traffico, sarà preferibile costruire fra i due punti estremi una nuova via. In tal guisa si ottiene il doppio vantaggio di costruirla in migliori condizioni planimetriche ed altimetriche e di attraversare nuove regioni, mentre la spesa non sarà eccessivamente maggiore.

Da uno studio particolareggiato, che esposi nel 3° volume (2), i doppi binari da me proposti ammontano a circa 4200 chilometri, con una spesa presuntiva di circa 260 milioni di lire.

E se si osserva che l'Italia, rispetto agli stati europei, come sviluppo delle sue ferrovie, occupa il 7.° posto, tenuto conto della sua

(1) G. Spera, Op. citata, vol. III, pag. 248.
(2) G. Spera. Op. citata, vol III, quadro LXI.

proporzione, e il 16.° in proporzione della sua superficie (1), si rileverà che la condizione di essere l' ultima nella lunghezza del dóppio binario, rispetto alla propria rete, è ancora più grave.

Or (2) le ferrovie dell'Inghilterra, alcune della Francia e dell'Austria offrono oltre il 50 % di doppi binari sull' intera lunghezza della rete, e considerando pur le reti anche meno importanti, salvo qualcheduna di pochissima entità, ed eccettuate alcune linee in condizioni eccezionali che hanno il 76 % di doppio binario, si può ritenere che la media del doppio binario oscilli intorno al 40 % della lunghezza dell' intera rete. Le nostre ferrovie hanno invece una media del 14 % per le tre reti, percentuale che si eleva al 20 % nella rete del Mediterraneo, scende all' 11 % in quella dell' Adriatico ed a zero nella Sicula.

Con i doppi binari proposti, la percentuale raggiungerebbe il 47 % che, dato lo scarso sviluppo delle reti secondarie, non risulterebbe affatto esagerato, anche tenendo conto che la proporzione dei doppi binari nelle reti europee va sempre aumentando. Nell' America del Nord non bastano per alcune linee neanche i quadrupli binari; la ferrovia fra New-York e Philadelphia conta non meno di otto binari.

Le condizioni delle nostre ferrovie, per quanto riguarda la solidità e la sicurezza della via, non possono dirsi deficienti, ma non sono neanche tali da poter permettere generalmente i necessari miglioramenti dell' esercizio.

L' armamento delle tre grandi reti è ormai quasi tutto in acciaio, essendovi solamente pochi chilometri ancora armati in ferro e pochissimi con rotaie a cuscinetto; il resto dell' armamento è fatto con rotaie Vignolle di 36 chilogrammi a metro corrente, peso che viene aumentato in quei tratti dove la natura della linea e del traffico lo esigono.

Nella succursale de' Giovi tali rotaie, dopo quattro anni, si mostrarono non più adatte, e dovettero surrogarsi con altre di 45 chilogrammi a metro corrente.

Nelle linee di maggior traffico occorrerà aumentare la solidità di tutto l' armamento, con l' aggiunta di piastre d' appoggio ad ogni traversina, col rinforzo delle giunzioni, avvicinando le due traversine

(1) Vedi opera citata, ing. G. SPERA, allegato III, vol. I, e quadro LXIII, vol. III.
(2) Vedi opera citata. ing. G. SPERA, III volume, quadro LXII.

alle estremità delle rotaie, con la sostituzione di più opportune ganascie.

La sistemazione dell'armamento delle nostre linee esigerà un profondo e delicato studio da parte della Direzione Generale.

Io l'ho prevista in lire 54,000,000 (1).

* * *

Ciò che a me pare esiga anche uno studio della più alta importanza è il rinforzo e la ricostruzione delle opere in ferro e in acciaio.

La loro durata non è certo indefinita come quella delle opere in muratura.

Ugualmente, per la maggior sicurezza della via, occorrerà sopprimere molti passaggi a livello, difendere meglio la zona stradale.

Per questi lavori io ho prevista una somma di 50 milioni di lire.

* * *

Ma la maggiore deficienza delle nostre ferrovie dipende dalle condizioni di una gran parte delle grandi e medie stazioni.

Anzitutto molte di esse vanno ampliate, spostate, non rispondendo più all'importanza del traffico presente e tanto meno a quella cui vorremmo che esso giungesse.

E secondo quanto ho avuto l'onore di proporre, occorrerà creare stazioni merci, che separate da quelle dei viaggiatori, rappresentino per la vastità degli impianti dei veri porti terrestri, creandovi binari di servizio, di smistamento, di ricovero di deposito, apparecchi centrale per manovre degli scambi, grue, ecc., pari all'importanza del traffico.

I binari di servizio, ad esempio, che nella nostra rete rappresentano appena il 16 % della lunghezza totale dei binari, in Francia raggiungono il 27 %, in Germania e nel Belgio il 29 %, in Austria il 41 % (1).

Una tale deficienza rappresenta la più grave difficoltà del nostro esercizio ferroviario difficoltà che si traduce in perdita di tempo ed in maggiori spese di esercizio.

I binari di servizio, secondo il mio avviso, debbono portarsi da chilometri 3048 a chilometri 4500; raggiungendo così una percentuale del 25 % all'incirca, al disotto della media della Germania. che si eleva al 26 %.

(1) Vedi opera citata Ing. G. SPERA. vol III, quadro XLVII.

I segnali di sicurezza, gli apparecchi centrali sono abbastanza estesi nelle nostre ferrovie; ma le ognor crescenti esigenze del traffico consigliano impianti ancor più larghi.

Le officine di costruzione e di riparazione dei veicoli i locali di ricovero del personale, le abitazioni di servizio degli impiegati e degli operai, i depositi delle locomotive e dei carri sono pure inferiori allo stretto bisogno.

I danni di questa insufficienza sono enormi, essendo impossibile ottenere un'attiva sorveglianza sulle locomotive, difficile attendere alla loro manutenzione e pulizia giornaliera; e d'altra parte l'azione dell'aria e delle intemperie, a cui sono esposti locomotive e veicoli li danneggia grandemente e ne diminuisce la durata.

Per questi lavori io previdi una somma di lire 200,000,000.

In complesso la totale spesa da me prevista per la sistemazione delle nostre ferrovie risulta di lire 564 milioni.

La spesa approvata dal Parlamento ammonta a 519 milioni, con una differenza in meno di 53 milioni che è appunto la somma da me indicata per rinforzo e ricostruzione delle opere d'arte in ferro che non apparisce fra le spese previste dalla legge.

La spesa da me preventivata per il materiale rotabile in 100 milioni di dire è stata quasi quadruplicata, essendo valutata a 380 milioni, poichè gran parte del materiale rotabile esistente è stato ritenuto inservibile. E in tal guisa la spesa stabilita da spendersi per le nostre ferrovie in un quinquennio ammonta alla rilevante cifra di 910 milioni di lire, e il Parlamento, che ha compreso l'importanza del problema, l'ha approvata, mentre il paese unanime vi ha fatto plauso.

Gli oneri e le speranze del futuro esercizio ferroviario.

Io credo che il paese abbia pur bisogno di sapere quali frutti quali speranze gli si promettono, in confronto dei gravi sacrifici che gli vengono imposti, per porre le nostre ferrovie e il nostro esercizio in condizioni tali da rispondere realmente alla loro meravigliosa funzione.

I criteri dell'esercizio ferroviario che ho avuto l'onore di esporre se anno per base l'utilizzazione massima del nostro meccanismo ferroviario, se procurano un aumento sostanziale del traffico, e quindi un maggior prodotto importeranno in conseguenza una spesa assai più grave di quella odierna.

Nel determinare quali debbono essere le spese di esercizio del

nostro servizio ferroviario, il paragone con gli esercizi ferroviari esteri, se non può valere in modo assoluto, ha certamente un' importanza rilevante; or da questo paragone risulta che mentre l'Italia ha il coefficiente d'esercizio il più alto, è quella che spende meno per l'esercizio, mentre le difficili condizioni delle sue ferrovie esigerebbero spese maggiori.

Ma anche senza uscire dall'Italia, possiamo convincerci che le spese d'esercizio dovranno aumentare in proporzioni sensibilissime.

Furono istituiti dei lodevoli, per quanto incompleti, servizi sulle ferrovie secondarie, cercando di adottare criteri ispirati alle proposte da me suggerite.

E malgado fossero incompleti, i risultati ottenuti dimostrano quali altri maggiori potranno ottenersene se gli esperimenti si uniformeranno ad un vero, completo e razionale indirizzo d'esercizio.

Ora si osserva che in questo nuovo esercizio, che è chiamato servizio economico, le spese sono molto maggiori di quelle normali; ciò che dimostra, con piena evidenza, che l'economia non consiste nello spender poco.

I risultati pubblicati dal R. Ispettorato sulla Rete Adriatica sono abbastanza eloquenti.

Alle aumentate spese di esercizio corrispondono aumenti dei prodotti in proporzioni più vantaggiose.

Sulla linea Bologna-Poggio Rusco, di circa 60 km le spese dell'esercizio normale, nel 1899, sommavano a lire 232,120,01; salirono, col servizio economico, nel 1901 a lire 297,159,44; ma gli introiti da lire 213,344,98 salirono a lire 308,263.

Così sulla linea Brescia-Iseo, di 23 chilometri le spese di esercizio, col sistema economico, si elevarono da lire 138,548 a lire 148,599, mentre i prodotti salirono da lire 95,980 a lire 182,068.

Sulla linea Bari-Taranto, di 114 chilometri, la spesa dell'esercizio normale diede i seguenti risulati: spesa lire 130,290, introiti lire 230,460; col servizio economico le spese salirono a lire 173,266, ma gli introiti si elevarono a lire 334,658.

Siamo sempre di fronte, si è detto, ad esperimenti incompleti, imperfetti, isolati, che non dimostrano con i dovuti particolari le variazioni delle spese e degli introiti; ma pur valgono a dimostrare che, appena si vuol adottare un metodo non già più razionale, ma che risponda ad un maggior senso di opportunità, le spese d'esercizio aumentano.

Tutto fa sperare che, con l'esercizio di Stato, tali esperimenti saranno condotti con vera altezza di criteri, col vero scopo di tras-

formare le ferrovie secondarie da meccanismo inutile e dannoso in forza viva ed agente. Ed in conseguenza le spese aumenteranno in proporzioni assai più sensibili, ma in maggior proporzione aumenteranno gli introiti.

Ciò valga a togliere le illusioni che per migliorare i risultati economici del nostro esercizio ferroviario, bisogna diminuire la spesa d'esercizio e quindi ridurre il numero dei treni. Il rimedio sta nel sistema opposto; nell'aumentarli proporzionatamente allo scopo.

Fino a qual punto le spese di esercizio si eleveranno non può certo prevedersi in modo preciso. In complesso, tenendo conto della media spesa chilometrica, che risulta ora di 19 mila lire, si può ritenere che essa si eleverà, tra quattro o cinque anni, almeno del 40 per cento, cioè a 26 o 27 mila lire.

E volendo tener calcolo della somma complessiva che costerà il futuro esercizio delle ferrovie italiane, messe in assetto ed esercitate con le norme predette, si può ritenere che le spese di esercizio e di manutenzione ordinaria saliranno almeno a 320 milioni di lire.

(Continua).

Ing. GIUSEPPE SPERA.

SULLA TRASMISSIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

CON CORRENTE CONTINUA

Sistema **Thury** *e di un progetto per trasmettere l'energia dell'alto Rodano sotto forma di corrente continua a Parigi.*

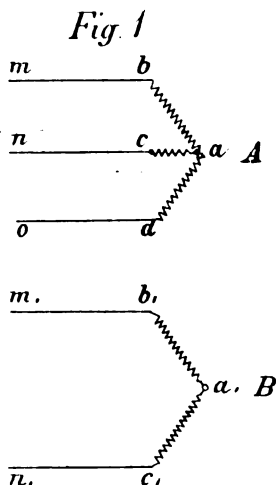
Gli impianti idroelettrici di *S. Maurice-Lausanne* e in special modo di *Moutiers-Lion* (Vedi Politecnico anno LV) hanno richiamato l'attenzione degli elettrotecnici sulla trasmissione dell'energia elettrica con corrente continua sistema « Serie ».

I vantaggi e gli svantaggi di questo sistema in confronto di quello trifase, che fino a questi ultimi tempi è stato quasi esclusivamente adottato, si potrebbero raggruppare come segue: col sistema serie la stazione generatrice acquista in semplicità per quanto riguarda l'installazione del macchinario, derivandone conseguentemente un lavoro facile di montaggio, manutenzione e riparazione; al contrario però la stazione ricevitrice riesce « sistema serie » notevolmente complicata, ma le eventuali difficoltà di montaggio, di manutenzione, di riparazione ecc. possono venire più facilmente eseguite, trovandosi generalmente dette stazioni in importanti centri manifatturieri dove si hanno a disposizione mezzi più sicuri e rapidi di lavoro; col sistema trifase invece, come è noto, l'impianto della stazione generatrice è molto più complesso di quello della stazione ricevente. Colla corrente trifase la tensione massima è superiore del 40 % della tensione media e $max = e\ med\ \sqrt{2}$. Supponendo due linee di trasmissione (vedi fig. 1) A trifase e B corrente continua in cui i punti a e a_1 sono collegati colla terra cioè sono di tensione zero si avrà a parità d'isolamento nei fili della linea a corrente continua a, b, m, e a, c, n, una tensione $\pm e = e_1 \sqrt{2}$. Dove e_1 è la tensione media nei fili $a\,b\,m$, $a\,c\,n$, $a\,d\,o$ della linea trifase. La tensione fra due fili nella linea trifase è: $E_1 = e_1 \sqrt{3}$.

La tensione fra due fili nellla linea corrente continua è:

$$E = 2\,e = 2\,e_1 \sqrt{2}$$

quindi:

$$\frac{E}{E_1} = \frac{2 e_1 \sqrt{2}}{e_1 \sqrt{3}} = \frac{2 \sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 1,63$$

Da ciò risulta che a pari grado d'isolamento delle linee si può trasmettere l'energia con corrente continua ad una tensione del 63 % superiore che col sistema trifase. Per esempio, se la tensione della linea a corrente continua è 163000 Volt, colla trifase potrà essere soltanto di circa 100000 Volt e l'intensità della corrente col sistema serie, a parità di energia trasmessa, sarà proporzionalmente minore. D'altra parte poi il peso del rame della linea che come, è noto è in ragione inversa del quadrato della tensione verrà a diminuire notevolmente usando il sistema di trasmissione con corrente continua. Nel nostro caso $\frac{163000^2}{100000^2} = 2,66$

Va pure ricordato come con corrente continua si viene a ridurre il numero dei fili, degli isolatori, e della mano d'opera per l'impianto.

Altro vantaggio del sistema « serie » è quello di evitare i fenomeni di *self-induzione* e di *capacità* della linea, che si riscontrano invece come è noto nel sistema trifase di trasmissione di energia.

La perdita della linea è costante anche a carico ridotto della linea, perdità che viene compensata utilizzando il lavoro dell'acqua, che nella maggior parte dei casi si deve ugualmente lasciare scaricare.

Va ricordato ancora, per mettere in luce i vantaggi principali del sistema Thury, come la tensione della linea si possa aumentare fino al massimo concesso dagli isolatori; come in linea si abbia una perdita costante al contrario di quanto avviene col sistema trifase dove la perdita aumenta col carico, che infine col sistema a corrente continua non esiste la perdita dovuta al fattore di potenza (cos φ), mentre si possono meglio e con maggior sicurezza isolare le macchine dalle scariche atmosferiche.

La distanza fra i fili della linea a corrente continua può essere molto minore che non impiegando corrente trifase.

I principali inconvenienti invece che si lamentavano nel sistema « serie » in confronto di quello trifase consistevano innanzitutto della piccola potenza ammissibile per ciascuna macchina in quanto non si credeva opportuno di superare 400 Kw, e nel fatto sulla linea S. Maurice-Lausanne la corrente è di 150 amp. ad una tensione di 26000 Volt. Ogni collettore lavora sotto la massima tensione di 2600 Volt, e la potenza di ciascun gruppo è di circa 380 Kw.

Per modo che dovendosi trasmettere una forte quantità di energia il numero delle macchine e quindi dei collettori riusciva grande, comportando complicazioni d'impianto, inconvenienti dovuti al grande numero dei collettori, spese notevoli di manutenzione e di mano d'opera. E finalmente si opponeva al sistema Thury la difficoltà di isolare dal suolo le dinamo ed i motori, inseriti nel circuito comune ad alta tensione. In causa degli urti, determinati dai corti circuiti in linea, si spezzavano non solamente gli isolatori di porcellana che sostenevano le macchine accoppiate colle dinamo ma anche i manicotti Raffard d'accoppiamento delle turbine colle dinamo.

Questi urti sembrano dovuti al fatto, che la linea a corrente continua non avendo selfinduzione, non può seguire i colpi dovuti alle variazioni di carico con tanta elasticità come una linea trifase.

L'Ing. Thury ha sempre lavorato a perfezionare il suo sistema ed ora ha raggiunto dei risultati così notevoli che il progetto presentato per la trasmissione dell'energia di 150000 Kw. del Rodano a Parigi con una linea di 450 Km. e con corrente continua verrà preso in seria considerazione date le migliorie e le modificazioni proposte.

E cominciando dall'isolamento delle macchine, ricorderemo che invece dei sopporti di porcellana si è studiato un nuovo sistema di isolatori; le macchine vengono a poggiare su dei piedi alti 20-25 centimetri costituiti da dischi dello spessore di 12-15 mm. di una sostanza speciale detta *isolit* e separati gli uni dagli altri da fogli di carta.

Quando la macchina ed i relativi bulloni di fondazione sono in posto, tutto lo spazio tra il piano di fondazione e lo zoccolo della macchina viene riempito d'asfalto. Così si è fatto a Moutiers ed a Lione e l'isolamento risultò perfetto.

Per l'accoppiamento delle turbine colle dinamo i giunti tipo Raffard vennero sostituiti con giunti speciali a frizione maggiormente adatti a sopportare eventuali urti provocati da corti circuiti in linea o da altri fatti esterni.

Per quanto riguarda il consumo dei collettori, i nuovi regolatori

Thury raggiungono un grado di perfezione tale che i collettori delle macchine recentemente installate a Moutiers e Lione lavorano assolutamente senza scintille, quantunque anche per notevoli variazioni di carico la regolazione si effettui col solo spostamento delle spazzole.

I collettori che l'autore di questa nota ha visto a Losanna e S. Maurice coi regolatori del vecchio sistema Thury lavorano pure quasi senza scintille. Si afferma dal personale di queste officine che il carbone delle spazzole a S. Maurice si cambia ogni sei mesi e che a Zug non venne ancora cambiato dopo sei anni di funzionamento. Ed a comprova di questa asserzione basterà ricordare che il personale occupato nell'officina di S. Maurice è rappresentato da due capi elettricisti, da un macchinista e due manovali per la manutenzione e pulizia delle macchine, tre aggiustatori per le riparazioni, i quali durante le feste ed in caso di malattia danno il cambio al turno normale. In tutto otto persone che saranno anche sufficienti quando il lavoro ed il numero delle macchine della stazione S. Maurice verrà raddoppiato.

All'inconveniente principale del sistema « serie » e cioè la potenza ridotta delle unità generatrici che obbligavano ad installare numerose macchine, si ovviò nel seguente modo; prima l'Ing. Thury credeva che la tensione normale per ogni collettore potesse essere di soli 2500 Volt; presentemente invece nell'impianto di Lione lavorano 8 dinamo, ognuna con due collettori alla tensione ognuno di 3900 Volt, quindi per ogni dinamo 7800 Volt con 75 amp. nel circuito ed una potenza sviluppata di 585 Kw. circa,

Si sta presentemente ingrandendo l'installazione Moutiers-Lione e la tensione della linea verrà portata a 100000 volt senza, s'intende cambiare la linea stessa, che continuerà a lavorare colla stessa corrente di 75 amp. senza aumentare la perdita, ma colla tensione quasi doppia.

Le nuove macchine che sono già in costruzione presso la « Compagnie de l'Industrie Electrique de Gènève » avranno, con 500 giri per minuto, 75 amperes, 5000 volt per ogni collettore, cioè 10000 volt per i due collettori di ogni dinamo con sopracarico del 20 % cioè di 12000 volt, ed una potenza di 900 Kw.per unità.

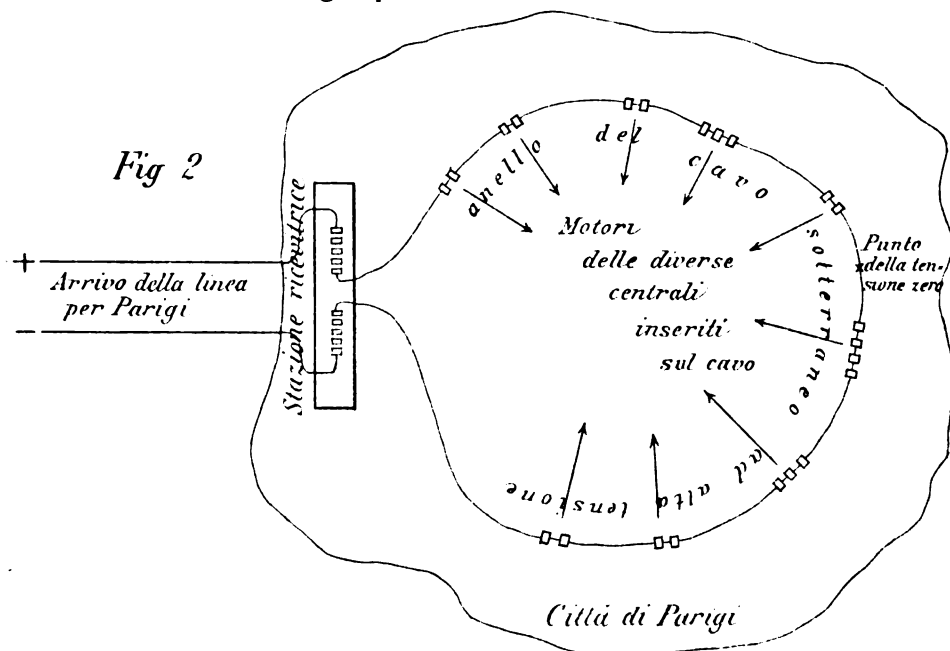
Il costruttore ammette la tensione di 6000 volt per ogni collettore, a condizione che la corrente nel circuito sia minore di 100 amperes. Con una corrente maggiore la tensione di ciascun collettore non potrà invece sorpassare i 5000 volt, cioè 10000 volt massimo per unità. Con 150 amp., per esempio si avrà una potenza di 1500 Kw.

per ogni dinamo; con questi dati si ritiene opportuno di tenersi nei limiti da 300 a 450 e maximum 500 giri per minuto, il che equivale a dire, che nelle centrali ricevitrici non è conveniente accoppiare i motori e le generatrici su un asse comune coi turbomotori, che hanno un numero di giri molto maggiore.

La penultima variante del progetto di trasmissione dell' energia del Rodano a Parigi supponeva da accoppiare ogni turbina di 12 mila HP con tre dinamo, cioè 6 collettori da 2750 volt ognuno.

Nell' ultima variante di questo progetto si sono fissati i seguenti dati: una corrente costante nel circuito di 750 ampères con turbine di 15000 HP, accoppiate ognuna con due dinamo a 4 collettori. La tensione di ogni collettore di 3375 volt e per ciascuna unità quindi 13500 volt. La potenza prodotta da ogni collettore 2530 Kw. e da ogni gruppo, cioè da due dinamo con 4 collettori 10125 Kw.

È questo un bel passo in confronto alle modeste potenze delle macchine di S Maurice.

Nell' ultima variante del progetto di Parigi si è proposta la trasmissione dell' energia per mezzo dei cavi sotterranei, invece che

colle linee aeree. Gli esperimenti dell'Ing. Thury riguardanti la tensione che può sopportare l' isolamento dei cavi si continuano per cura della ditta lionese Bertoux-Borelle.

Questa ditta garantisce ora dei cavi per una tensione di 200000 volt cioè 100000 fra terra ed ogni filo. I risultati definitivi delle esperienze non sono però ancora noti; si conta di raggiungere 300000 volt.

All' arrivo a Parigi l'energia viene immessa in una stazione ricevitrice con due gruppi di motori, riuniti in serie; questa stazione però non trasformerà che parte dell' energia trasmessa inquantocchè il circuito verrà a chiudersi attraverso un cavo sotterraneo sempre ad alta tensione che abbraccierà tutta la città in un anello, sul cui perimetro verranno inseriti i motori, installati nelle principali centrali elettriche già esistenti in Parigi. (Vedi fig. 2) Il punto del cavo corrispondente alla tensione zero sarà collegato a terra.

Confrontiamo lo schema della trasmissione dell' energia con corrente continua (fig. 3) collo schema a corrente trifase (fig. 4). Supponiamo che sulla linea e nelle macchine non avvengano perdite, e consideriamo un solo gruppo della stessa potenza per ambedue i sistemi, come quelli del progetto di Parigi, cioè; per la corrente continua (fig. 3) una turbina A di 15000 HP collegata con due dinamo BB di 5000 Kw. ognuna. Nella stazione ricevitrice corrisponderanno due motori corrente continua in serie CC di 5000 Kw accoppiati su un medesimo asse coi generatori DD della stessa potenza e colle motrici di riserva a vapore EE. (Osserviamo che la riserva termica nella centrale ricevitrice può essere fatta solo per una parte dei gruppi e non per tutti).

Colla corrente trifase avremo (fig. 3): una turbina della stessa potenza 15000 HP A_1 accoppiata coi due alternatori B_1 B_1 di 5000 Kw.

L' energia trifase ad alta tensione verrà poi trasformata per mezzo dei trasformatori statici C_1. Nella stazione ricevitrice la corrente deve ancora trasformarsi da alta a bassa tensione. Se supponiamo che la distribuzione dell' energia negli utilizzatori si faccia direttamente da questi ultimi trasformatori a bassa tensione C^1_1 e considerato che la riserva D1 E_1 D_1 E_1 è necessaria anche colla trasmissione trifase, troveremo che il numero delle macchine per ambedue i sistemi di trasmissione è:

Col sist. corr. cont. fig. 3 A B B — C C D D E E — — — —
» » trifase » 4 A_1 B_1 B_1 C_1 -- C_1' D_1 D_1 E_1 E_1 K L K L

Se la distribuzione dell'energia per la luce e per le tramvie si fa con corrente continua, in questo caso occorrerà col sistema tri-

Fig. 3
Centrale generatrice
A turbina 15.000 HP.
B dinamo 5.000 Kw.
B dinamo 5.000 Kw.
linea di trasmissione ad alta tensione con corrente continua
Stazione ricevitrice
C motore 5.000 Kw.
D generatore 5.000 Kw.
E motrice di riserva a vapore
C motore 5.000 Kw.
D generatore 5.000 Kw.
E motrice di riserva a vapore
Fig 4
Stazione generatrice
A, turbina 15.000 HP.
B, alternatore 5.000 Kw.
B, alternatore 5.000 Kw.
C, trasformatore statico
linea di trasmissione ad alta tensione con corrente trifase
Stazione ricevitrice
gruppo di riserva
C, trasformatore statico
D, alternatore 5.000 Kw.
E, motrice a vapore
D, motrice a vapore
E, alternatore 5.000 Kw.
gruppo di riserva
K generatrice
L motore
L motore
K generatrice

fase (fig. 4) un nuovo gruppo di macchine per la trasformazione della corrente trifase in continua KLKL.

Cioè la spesa per il macchinario colla trasmissione trifase risulterebbe maggiore che colla corrente continua.

Dallo schema (fig. 2) della distribuzione dell'energia a Parigi con corrente continua, mediante cavi sotterranei ad alta tensione si vede come questo sistema possa riuscire pratico ed economico. È chiaro che le generatrici DD (fig. 3) possono essere a corrente continua od alternata a seconda del bisogno,

A quanto sopra si è detto giova aggiungere, che sotto la direzione del professore Landrin (Lausanne) si sono fatti esperimenti sulla linea S. Maurice-Lausanne per la trasmissione dell' energia con un solo filo, utilizzando la terra per il ritorno della corrente. Si provarono diversi metodi di collegamento della linea colla terra e si misurarono le tensioni della terra a differenti distanze dai punti di collegamento: l' influenza di tale collegamento sugli altri impianti già esistenti e collegati a terra; la perdita dell' energia nella linea ecc.

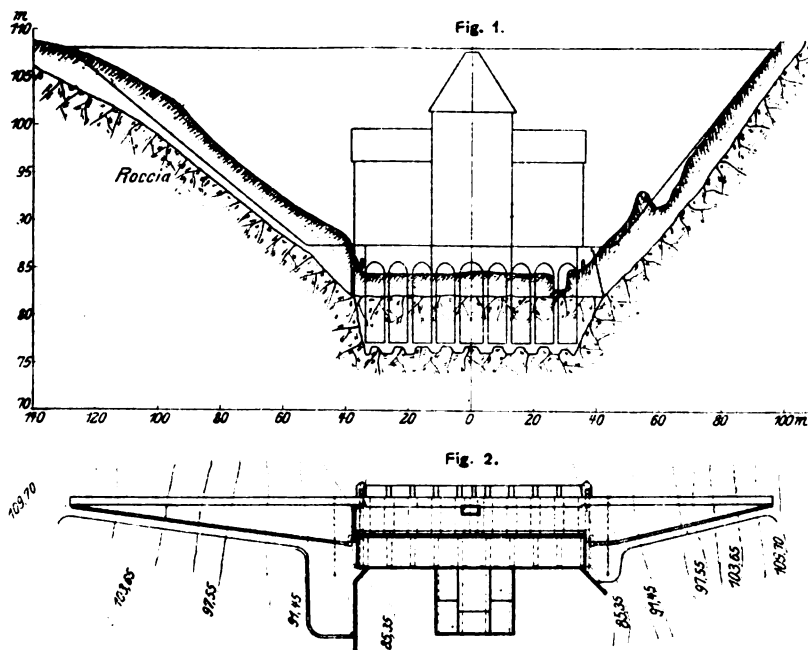
Sulla linea S. Maurice Lausanne la perdita costante dell' energia (coi 150 ampères di corrente) è di 300 Kw. cioè di 2000 volt 1000 per ogni filo. Durante uno dei primi esperimenti per utilizzare la terra come ritorno, le perdite nei collegamenti della linea colla terra erano: a Lausanne 32 Volt a S. Maurice 180 Volt (cattivo terreno), Aggiungendo questi 212 Volt, ai 1000 volt che si perdevano nel filo di linea si ha un totale di 1212 volt contro la pertà 2000 volt con due fili.

Il prof. Landrin non ha ancora pubblicato i risultati di questi esperimenti, i quali come ebbe a comunicare l'Ing. Thury sono riusciti soddisfacenti. E se così stanno le cose, allora nella trasmissione dell'energia a grande distanza si risparmierà ancora una metà circa del rame delle condotture riducendo pure a metà circa la perdita di energia in linea.

Ing. Metsola.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Un moderno impianto idro-elettrico americano *(Continuaz. vedi pag. 287).* — Le figure 1 e 2 rappresentano in sezione ed in pianta schematica la posizione dell'officina generatrice; la figura 3 una pianta in dettaglio della sala delle macchine, del locale trasformatori e del quadro di distribuzione.

La sala delle macchine ha una lunghezza di 73 metri per 11 di larghezza; il fabbricato adiacente dei trasformatori è a tre piani e misura in pianta 26 × 21 metri. La larghezza della sala macchine venne necessariamente

ridotta a soli 11 metri visto che le camere delle turbine sono ricavate nel massiccio della diga.

Ognuna delle turbine ha un canale di scarico proprio; le due turbine delle eccitatrici installate secondo l'asse di mezzaria della sala hanno invece un canale di scarico comune. Il pavimento del locale delle macchine ha una

struttura molto economica a travi in ferro e voltini; le pareti dei canali di scarico sono ricoperti con uno strato di cemento liscio. Il fabbricato

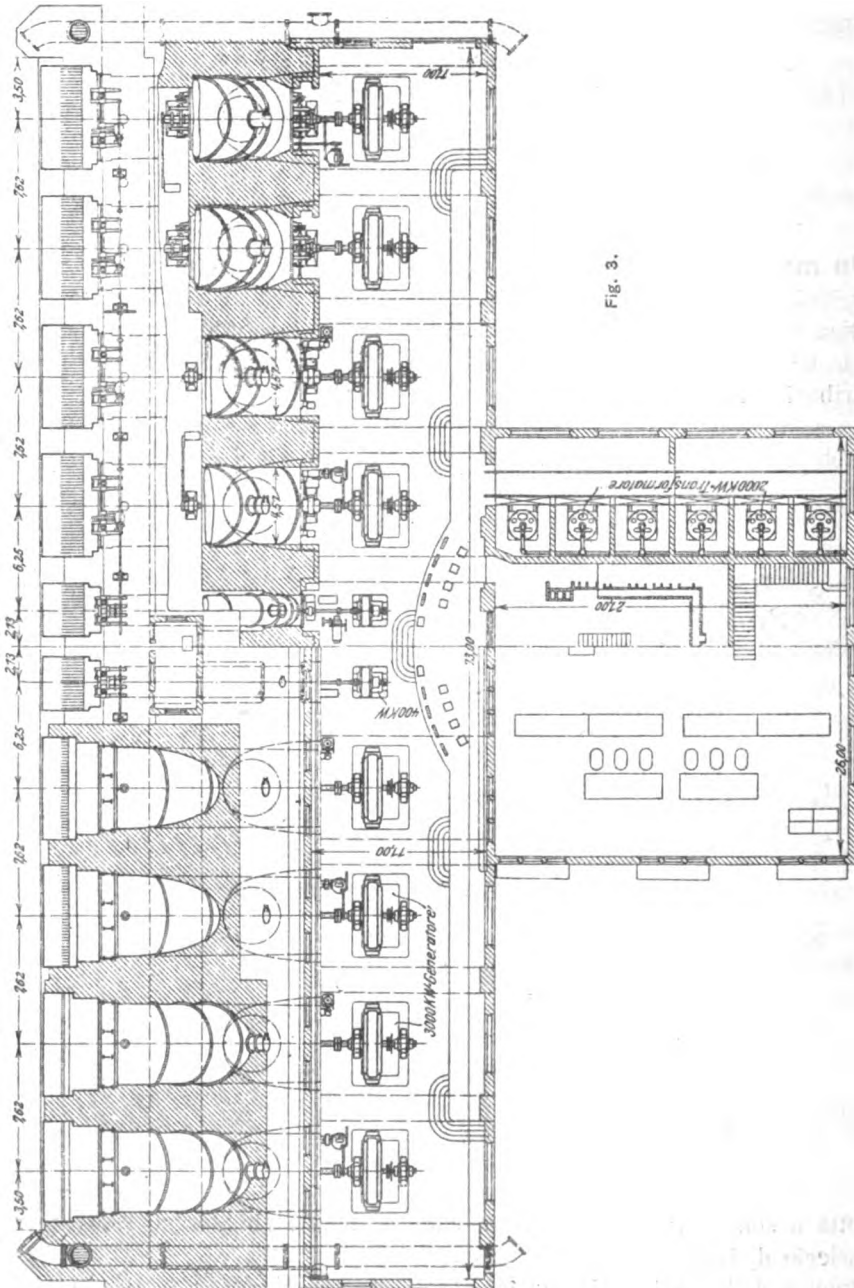



Fig. 3.

dell'officina è una costruzione muraria molto accurata, con ampi finestroni e lucernari che assicurano una buona ventilazione naturale, resa ancora più

intensa coll'installazione di un ventilatore per ognuna delle macchine; un'ultimo ventilatore di 1220 mm. di diametro della ruota a pale, completa l'impianto di ventilazione. Il quadro di distribuzione è disposto nel centro delle sala su una platea rialzata di 1.20 m. a profilo semicircolare (vedi figura 3) raccordata con 2 lunghi corridoi di due metri di larghezza. I cavi degli alternatori vanno al quadro attraversando la sala delle macchine in canali chiusi; una gru da 25 tonn. con funi metalliche e con comando a mano attraversa longitudinalmente tutta la sala.

Su uno dei travi in ferro della gru principale è montato un piccolo argano a carrello mobile per le manovre dei piccoli pezzi fino a 5 tonnellate di peso.

Nei locali di piano terreno dell'edificio dei trasformatori sono installate le condotture elettriche; il piano superiore della superfice di 570 mq. col pavimento alla stessa altezza della platea del quadro, è suddiviso in tre riparti distinti: in quello di mezzo sono installati tutti gli apparecchi rela-

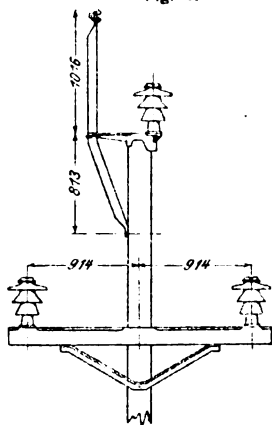
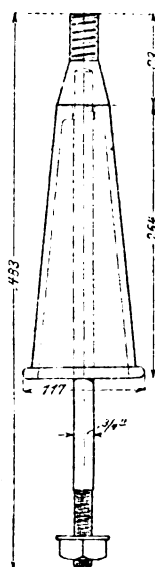



Fig. 4. Disposizione degli isolatori sui pali di linea.

Fig. 5. — Porta isolatore

tivi alla bassa tensione, nei due altri, i trasformatori, che riescono accessibili soltanto dal lato verso le macchine, attraverso delle porte munite di lamiere metalliche ondulate, avvolte su un tamburo e tenute normalmente aperte da listelli di materiale facilmente fusibile, e che si chiudono automaticamente in caso di incendio.

Ognuno dei trasformatori ha la sua cella a parte in cemento armato, della superficie di 9,6 mq. circa.

Al terzo ed ultimo piano dell'edificio dei trasformatori sono installate

tutte le condutture e tutti gli apparecchi per l'alta tensione; il locale viene ventilato con un potente ventilatore del diametro di 920 millim.

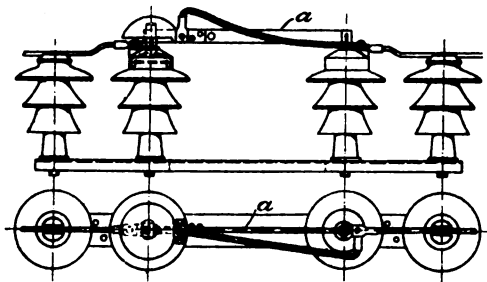
Macchinario elettrico. — La potenza di ognuno degli 8 generatori Westinghouse è di 3000 Kw con 60 periodi e 2300 volt di tensione; a carico normale e $\cos \varphi = 1$ le macchine lavorano con 2200 volt e 786 ampères; la tensione però si può mantenere anche in servizio normale a 2530 volt. L'induttore rotante ha 32 poli ed è calcolato per una corrente d'eccitazione di 200 amp. a 160 volt corrispondente al carico normale dell'alternatore a $\cos \varphi = 1$.

Per $\cos \varphi = 0,8$ sono richiesti per la potenza normale dell'alternatore, 200 amp. Tanto il campo che l'armatura vennero sottoposti ad una tensione di prova di 15 000 e 6000 volt; la caduta di tensione a $\cos \varphi = 1$ raggiunge il 7 %.

Ai carichi di $^4/_4$ $^3/_4$ $^1/_2$ $^1/_4$ si hanno i rendimenti contrattuali di 96, 95 $^1/_2$ 94, 90 %.

La temperatura dopo un funzionamento normale di 24 ore non deve superare i 35° C ed anche dopo 24 ore con una tensione del 115 % ed una corrente del 125 % con $\cos \varphi = 1$ non deve essere maggiore di 50° C oltre la temperatura ambiente.

Le eccitatrici sono macchine ad 8 poli con avvolgimento compound della potenza di 400 Kw a 250 volt di tensione; delle due macchine installate, una è di riserva.

Fig. 5. – Interruttore di sezione.

Con funzionamento normale nelle 24 ore con 250 volt e 1600 amp. non si deve verificare un aumento di temperatura superiore ai 40° C. su quella dell'ambiente; con sovraccarico del 25 % per 24 ore la temperatura non deve superare i 45° C ammesso che la temperatura ambiente si mantenga su una media di 20° C. Queste macchine devono inoltre poter sopportare per breve tempo senza scintillamento al collettore, un sovraccarico del 75 %.

Coi carichi percentuali di 125, 100, 75, 50, 25 si hanno i rendimenti corrispondenti del 92, 92, 91, 88, 80 %.

Come si è accennato più sopra l'impianto di trasformazione comprende 4 gruppi da tre trasformatori ognuno, con un rapporto di trasformazione 2200/44000 Volt.

La capacità di ciascun trasformatore è di 2000 Kw con immersione nell'olio e raffreddamento ad acqua.

Si possono ottenere anche i seguenti rapporti di trasformazione 550/11000 volt e 1100/22000 volt; a funzionamento normale e con 15 litri d'acqua di raffreddamento al minuto, (temperatura media dell'acqua 25° C) l'aumento di temperatura non deve superare i 40° C mentre d'altra parte per un aumento di temperatura di 55° C corrispondente ad un sovraccarico del 25 % e 15 % d'aumento di tensione bastano 19 litri d'acqua al minuto.

Col	25	50	75	100	125 % del carico normale
sono garantiti i seguenti rendimenti:	96,4	98	98,3	98,4	98,3

La cassa del trasformatore deve poter sopportare una pressione interna di circa 10 atmosfere, inoltre vennero montate delle valvole di sicurezza che immettono in un condotto comune di scarico.

Per maggior sicurezza contro eventuali incendi, nel locale sottostante a quello dei trasformatori venne installato un generatore di acido carbonico con campana di pressione dalla quale si diparte una condotta principale che si dirama poi in tubazioni secondarie in corrispondenza dei singoli trasformatori. Su ciascuno di questi tubi secondari è inserito un robinetto col numero del trasformatore corrispondente, per modo che si ha la possibilità di lanciare sul trasformatore che comincia ad abbruciare, un getto di acido carbonico.

Ricerche sperimentali sulla resistenza dell'aria eseguite dalla torre Eiffel. — Scopo di queste esperienze fu lo studio della resistenza opposta dall'aria contro superfici di diversa forma spostantisi in linea retta con velocità variabili nei limiti di 18 a 40 metri per minuto secondo.

Queste ricerche hanno un interesse pratico grande in quanto è difficile realizzare in esperimenti di questo genere, della velocità di 40 metri al secondo; la maggior parte delle osservazioni fatte si limitano, però a velocità inferiori ai 10 metri. Anche con velocità ridotte, i risultati ottenuti dai numerosi sperimentatori che si occuparono del problema divergono tra loro notevolmente e basterà ricordare che i valori dati come coefficienti della resistenza dell'aria variano tra 0,7 e 0,13; diversità di questo ordine si spiegano in parte colla diversa natura dei metodi impiegati ed in parte per le difficoltà pratiche che si incontrano.

Lo schema delle esperienze ideato da M. G. Eiffel era il seguente: dal 2.° piano della torre e cioè ad un'altezza di 116 metri si lasciava cadere un solido di 120 Kg. di peso, che portava sul davanti la superficie di prova

ed in una camera chiusa cilindro conica, tutto il complesso degli organi di misura. Costituiva già un problema serio quello di poter arrestare l'apparecchio in modo progressivo e prima che toccasse terra.

A questo scopo, l'apparecchio di misura veniva a scivolare lungo una corda d'acciaio liscia C_a disposta verticalmente e del diametro di 18 mm. fino a 20 metri circa dal suolo; per quest'ultimo tratto la corda aveva un diametro di 42 mm. e questa variazione di diametro determinava l'allargarsi di due mascelle comandate da una potente molla R_0 di sostegno dell'apparecchio (fig. 2). Sotto uno sforzo della molla di ben 4000 Kg. si determinava una energica azione frenante, perfettamente uniforme che veniva ad annullare lungo uno spazio di 10 metri, la velocità acquistata dal solido in discesa.

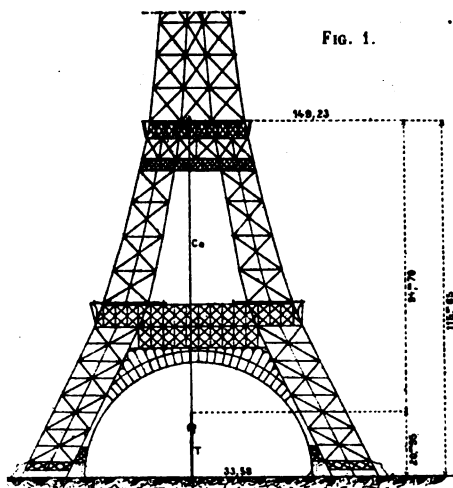



Fig. 1.

Durante la caduta, l'apparecchio era munito della superficie di prova S (fig. 2) sostenuta da molle *r* rigorosamente tarate che venivano a funzionare da dinamometro, ed essendo la loro azione antagonista alla resistenza opposta dall'aria, si poteva dedurre questa resistenza dal loro allungamento e cioè dallo spostamento della superficie di prova in rapporto a quello dell'apparecchio. Gli spostamenti erano segnati da un indice scrivente che poggiava su un cilindro verticale annerito C, mobile intorno al suo asse e comandato come vedesi nella figura 2 da una vite senza fine portata da un piccolo albero messo in rotazione da un rullo aderente con leggero attrito alla fune metallica verticale.

E poichè il cilindro veniva a compiere un numero di giri proporzionale all'altezza di caduta, così la linea tracciata indicava direttamente la tensione delle molle dinamometriche in rapporto alle differenti altezze di caduta.

Quello però che voleva rilevare era la resistenza dell'aria pei diversi valori assunti dalla velocità e non già per quelli relativi all'altezza di caduta.

caduta e pertanto l'asta scrivente venne fissata ad un diapason d che faceva 100 vibrazioni al secondo, in modo che essa veniva ad indicare non soltanto la tensione delle molle e lo spazio percorso, ma anche il tempo trascorso dall'inizio della caduta. Le curve tracciate sul cilindro (vedi fig. 3), hanno qualche analogia colle sinusoidi e da esse si potevano rilevare lo spazio percorso, la durata della caduta e la tensione delle molle. Dalle prime due quantità si deduceva la velocità, e la resistenza dell'aria dalla terza. In realtà però la tensione delle molle non dava direttamente la pressione dell'aria contro la superficie, epperò questa veniva determinata coi dati del diagramma.

Fig. 2.

Si può scrivere infatti che il prodotto della massa $\frac{p}{g}$ della superficie e del suo sopporto, per l'accelerazione $\frac{d^2 H}{d t^2}$ è uguale alle forze agenti e cioè al peso p aumentato della tensione f delle molle e diminuito della resistenza R dell'aria, sarà:

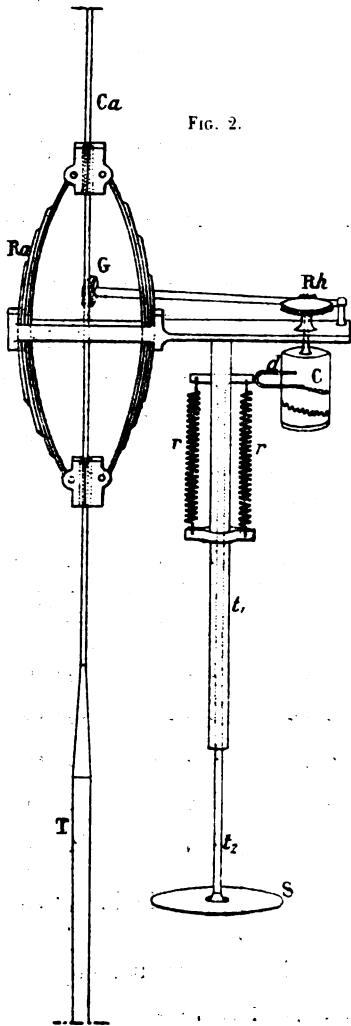
$$\frac{p}{g} \frac{d^2 H}{d t^2} = p + f - R$$

da cui:

$$R = f + \frac{p}{g} \left(g - \frac{d^2 H}{d t^2} \right).$$

Da questa relazione si ha R in quanto dal diagramma si vengono a rilevare H ed f in funzione di t.

Ma il calcolo del termine di correzione dove entra $\frac{d^2 H}{d t^2}$ con una doppia differenziazione avrebbe data un approssimazione insufficiente, a meno di ricorrere ad operazioni laboriose di calcolo, e per questo si preferì un metodo grafico molto semplice che rendeva possibile anche di constatare in ciascun caso il grado di approssimazione ottenuto.

Ecco alcuni dati principali relativi all'apparecchio: l'altezza libera di caduta era di 95,6 metri; la superficie del tamburo registratore si spostava

di 10 mm. per metro di caduta e precisamente di $^1/_{100}$ dell'altezza, e poichè d'altra parte il diapason compiva 100 vibrazioni al minuto secondo, la velocità in metri era data dal numero dei decimi di millimetro che misuravano le proiezioni orizzontali delle ondulazioni tracciate sul cilindro; si sono impiegate cinque paia di molle di flessibilità diversa che venivano tarate immediamente dopo la prova per mezzo di una specie di bilancia colla quale si venivano ad esercitare contro la superficie di prova delle pressioni note.

L'apparecchio si sospendeva ad apposito cavalletto in ferro mediante una cordicella che veniva tagliata opportunamente nei momenti di assoluta assenza di vento; condizione questa per la quale non si potevano eseguire più di 4 o 5 esperienze al giorno.

Si presero in considerazione soltanto quei diagrammi che davano garanzia assoluta d'esattezza, e si ridusssero i dati a quelli che in realtà si sarebbero ottenuti a 15° C di temperatura ad alla pressione atmosferica di 760 mm. Riproduciamo a titolo d'esempio i risultati ottenuti con due superfici circolari le cui superfici S erano $^1/_{16}$ di mq. ed $^1/_2$ di mq.

Altezze di caduta	ESPERIENZA N 1 Superficie circolare di $^1/_{16}$ di m² (diametro 0, 282 m.)			ESPERIENZA N. 32 Superficie circolare di $^1/_2$ m² (diametro 0, 798 m)		
Metri	Resistenza dell'aria R Kg.	Velocità V m	Rapporto $\frac{R}{S V^2}$	Resistenza dell'aria R Kg.	Velocità V m	Rapporto $\frac{R}{S V^2}$
20	1, 41	19, 04	0, 063	13, 8	18, 88	0, 078
40	2, 86	26, 44	0, 065	25, 4	25, 40	0, 079
60	4, 08	32, 06	0, 064	35, 5	30, 10	0, 079
80	5, 17	36, 51	0, 062	42, 9	33, 30	0, 077
95	6, 12	39, 22	0, 064	48, 6	35, 29	0, 078
			Media 0, 064			Media 0, 078

In base a questi dati si può scrivere con grande approssimazione

per la superficie minore: $R = 0,064\ S\ V^2$

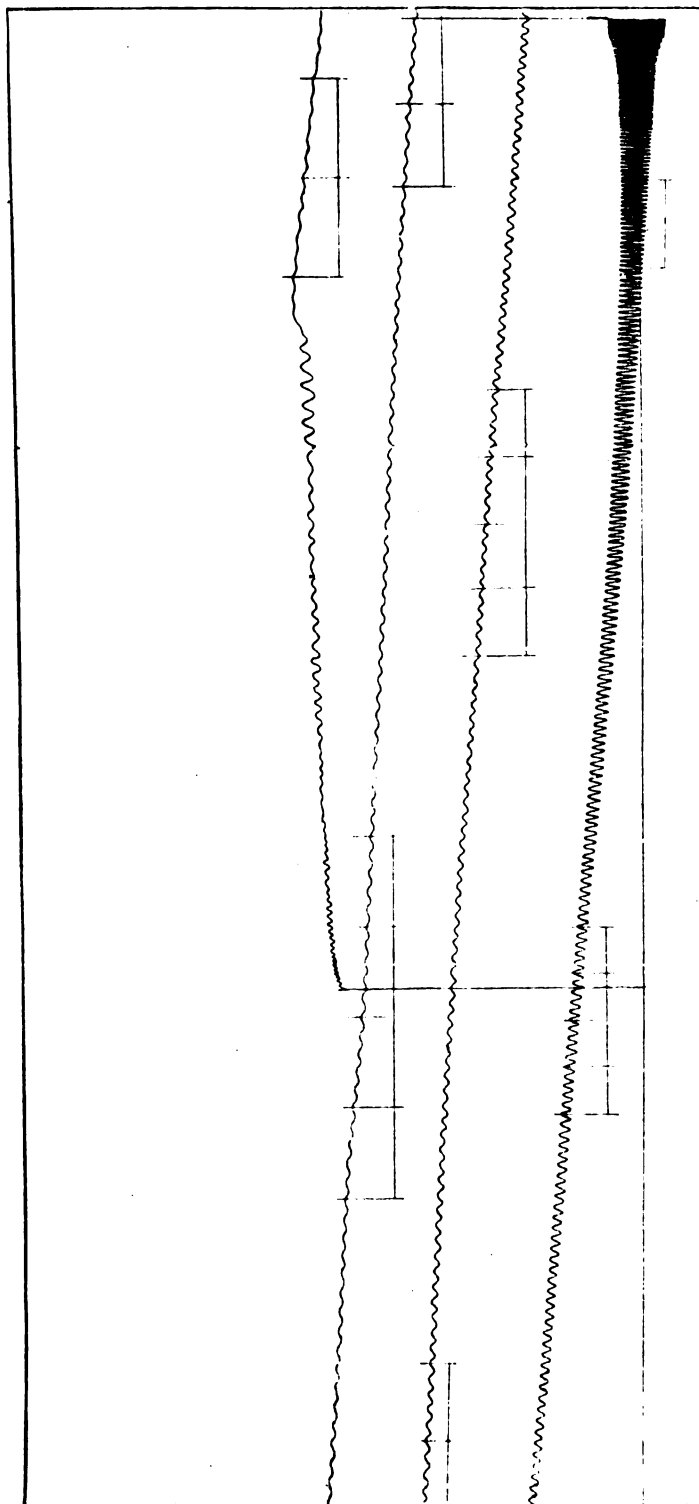
» » maggiore: $R = 0,078\ S\ V^2$

Tutte le esperienze eseguite hanno condotto a risultati analoghi e dimostrano come si possa adottare la formola di Newton

$$R = K\ S\ V^2$$

dove K è costante per una determinata superficie e può venir definita come coefficiente di resistenza o resistenza specifica di una data superficie.

In realtà nelle prove eseguite e nei limiti di velocità tra 18 e 40 metri,

Fig. 3. – Diagramma d'esperienza. – Superficie circolare di 1/16 di mq.

l'esponente della velocità sembrava aumentare in modo continuo, toccando il valore 2 alla velocità di 33 metri; però le variazioni rispetto al valore 2 erano piccolissime onde si può senz'altro praticamente ammettere la proporzionalità della resistenza al quadrato della velocità.

Non si ebbero a verificare per i coefficienti di resistenza h i valori elevati (0, 13) trovati da altri sperimentatori, che anzi in base alle numerose esperienze eseguite in buone condizioni ed in diverse riprese, si può concludere che la resistenza specifica è compresa fra 0, 07 e 0, 08 alla temperatura di 15° C ed alla pressione di 760 mm; il valore 0,08 sembra si debba considerare come un massimo che si verifica soltanto colle grandi superfici. La media dei 200 valori ottenuti con numerose eperienze e con superfici e velocità diverse è stata di 0, 074.

Nella tabella che segue sono riuniti i risultati numerici medi:

	di $^1/_{16}$ di m²	di $^1/_8$ di m²	di $^1/_4$ di m²	di $^1/_2$ di m²	di 1 m²
Superfici circolari . . .	0, 068	0, 071	0, 074	0, 077	0, 077
» quadrate . . .	0, 070	0, 072	0, 075	0, 077	0, 079
» rettangole. . .	0, 070	0, 073	0, 075	0. 077	0, 079
» rettan. allungate	0, 073	0, 074	0, 075	0, 077	0, 079

Da questa tabella si rileva l'aumento del coefficiente col crescere della superficie della piastra e col suo perimetro.

L'influenza reciproca di due superfici avvicinate tra loro è quasi trascurabile; questa sembra aumentare notevolmente quando le superfici sono disposte l'una davanti all'altra; la resistenza opposta parrebbe anzi essere notevolmente inferiore a quella di un'unica superficie. La resistenza riesce molto ridotta quando la superficie è molto appuntita (coefficiente di un cono a 60° : 0, 015); aumenta notevolmente invece per superfici concave (0, 072 a 0, 084 a seconda del diametro).

I risultati relativi ai diedri sono rappresentati da una curva molto regolare; i piani inclinati hanno dato, come era da attendersi, una resistenza maggiore che non i diedri; questa resistenza P_i necessariamente normale al piano cresce all'inizio proporzionalmente all'angolo i formato dalla perpendicolare al piano colla direzione del movimento; a partire da 30° fino a 90°, può considerarsi senza errore sensibile uguale alla resistenza P_{90} di un piano disposto normalmente alla direzione del vento, il che conduce a stabilire una formola molto semplice e pratica:

$$\frac{P_i}{P_{90}} = \frac{i^\circ}{30^\circ} \quad \text{per } i < 30^\circ$$

per valori superiori $P_i = P_{90}$.

BIBLIOGRAFIA

Prof. M. Buhle, *Massentransport — Ein Hand-und Lehrbuch über Förder-und Lagermittel für Sammelgut* — Un vol. in 8° gr. di pag. VIII-382 con 895 figure e 80 prospetti. — Prezzo 20 marchi, legato 22 m. (Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt 1908).

Le scienze, specialmente nelle loro applicazioni, progrediscono con tale rapidità che non è facile di seguirle con dei trattati ed è giuocoforza per chi desidera tenersi al corrente dei progressi ricorrere alle Memorie, alle notizie e ad articoli che si vanno giornalmente pubblicando nei giornali tecnici. Ma questo richiede un lavoro ed un tempo, che non a tutti è dato di disporre, e non a tutti è facile avere sotto mano le numerose pubblicazioni periodiche che occorre consultare. Perciò è bene e di grandissima utilità, quando qualcuno si accinge a raccogliere tutte le notizie, i dati e le innovazioni, sparse in tanti giornali e singole Memorie, con la necessaria rapidità affinchè possano aversi riunite in un volume e venire utilizzate senza perdita di tempo. Un libro di questo genere è per l'appunto l'opera del prof. Buhle che tratta dei mezzi di trasporto e di magazzinaggio di quelle mercii che soglionsi maneggiare libere e disgregate, come le granaglie, i carboni, i minerali, gli sterri, le ceneri, i materiali da costruzione, pietre, mattoni, ecc. insomma ogni sorta di merci che vengono trasportate libere o in pacchetti da formare delle grandi masse disgregate.

Da questo semplice cenno si vede subito quanto sia vasto l'argomento, trattato dall' Autore, e come esso si estenda a quasi tutti i campi della tecnica e dell'ingegneria, in modo che tutti gli ingegneri industriali, gli appaltatori, ecc. troveranno nel libro del prof. Buhle un valido sussidio alle operazioni che abitualmente sono chiamati a compiere. L'A. da molti anni ha dovuto spiegare un'attività straordinaria in questa materia, nel proprio paese e all'estero, acquistando una competenza speciale di cui il suo libro è larga testimonianza.

Esso comprende quattro divisioni, delle quali le prime due trattano brevemente dei principi economici, dei pesi, volumi e angoli d'inclinazione naturale delle masse da muoversi. La terza divisione a essa sola abbraccia ben 325 pagine e costituisce la parte più importante del libro, dedicata

ai mezzi di trasporto per merci in quantità relativamente piccole e per trasporti isolati, poi per trasporti continuativi e grandi masse e finalmente ai mezzi di magazzinaggio per ogni specie di masse.

L'ultima divisione è consacrata ad alcune industrie speciali dove occorrono i trasporti in masse.

Il libro prende le mosse dai mezzi di trasporto primitivi, costosi e poco pratici, carri cestelli, sacchi e simili, e passa poi a descrivere le ferrovie funicolari, le norie di ogni specie, gli ascensori, gli elevatori, le locomotive a vapore, ad aria compressa, elettriche, ecc., e da questa enumerazione il contrasto è sorprendente e assai istruttivo. Tutti questi mezzi di trasporto vengono illustrati da un numero grandissimo di figure in modo che poche e brevi descrizioni bastano, col sussidio delle illustrazioni, a fornire al lettore le notizie precise perciò che gli può occorrere; un'abbondanza di dati ed elementi numerici raccolti in 80 prospetti lo mettono in grado di fare paragoni istruttivi, tanto dal punto di vista tecnico e della potenzialità ed efficacia dei vari apparecchi, quanto dal punto di vista economico e della convenienza. Questo costituisce uno dei pregi principali del libro e quello che lo renderà ben accetto e utile a tutti i tecnici, ingegneri, industriali, appaltatori e simili. In Germania non esisteva un'opera di questo genere e nemmeno in Italia, per cui è proprio il caso di dire che il libro del prof. Buhle viene a colmare una lacuna.

Teramo, 27 *aprile* 1908.

G. Crugnola.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. Saldini, Gerente.

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DELL'ANZA.

(Vedi Tavole dalla 32 alla 36 bis).

Impianto meccanico-elettrico.

Officina generatrice. — Il fabbricato è collocato in sponda destra dell'Anza, a circa 100 metri a monte della presa del canale della ex Società The Pestarena.

Consta della sala delle macchine, del locale dei quadri e connessioni, del locale d'arrivo delle tubazioni.

Quest'ultimo è posto verso il torrente, ed è costituito da una tettoia in legno, smontabile, che ricopre le valvole e gli apparecchi di manovra relativi.

Alla sua estremità verso valle è disposta la vasca della resistenza liquida, per le prove di carico del macchinario.

La sala delle macchine è lunga mt. 45, larga mt. 10,60, alta mt. 10.

La copertura è fatta in tegole, con orditura normale, sorretta da capriate in ferro.

Il soffitto è in calce su rete di lamiera di ferro stirata.

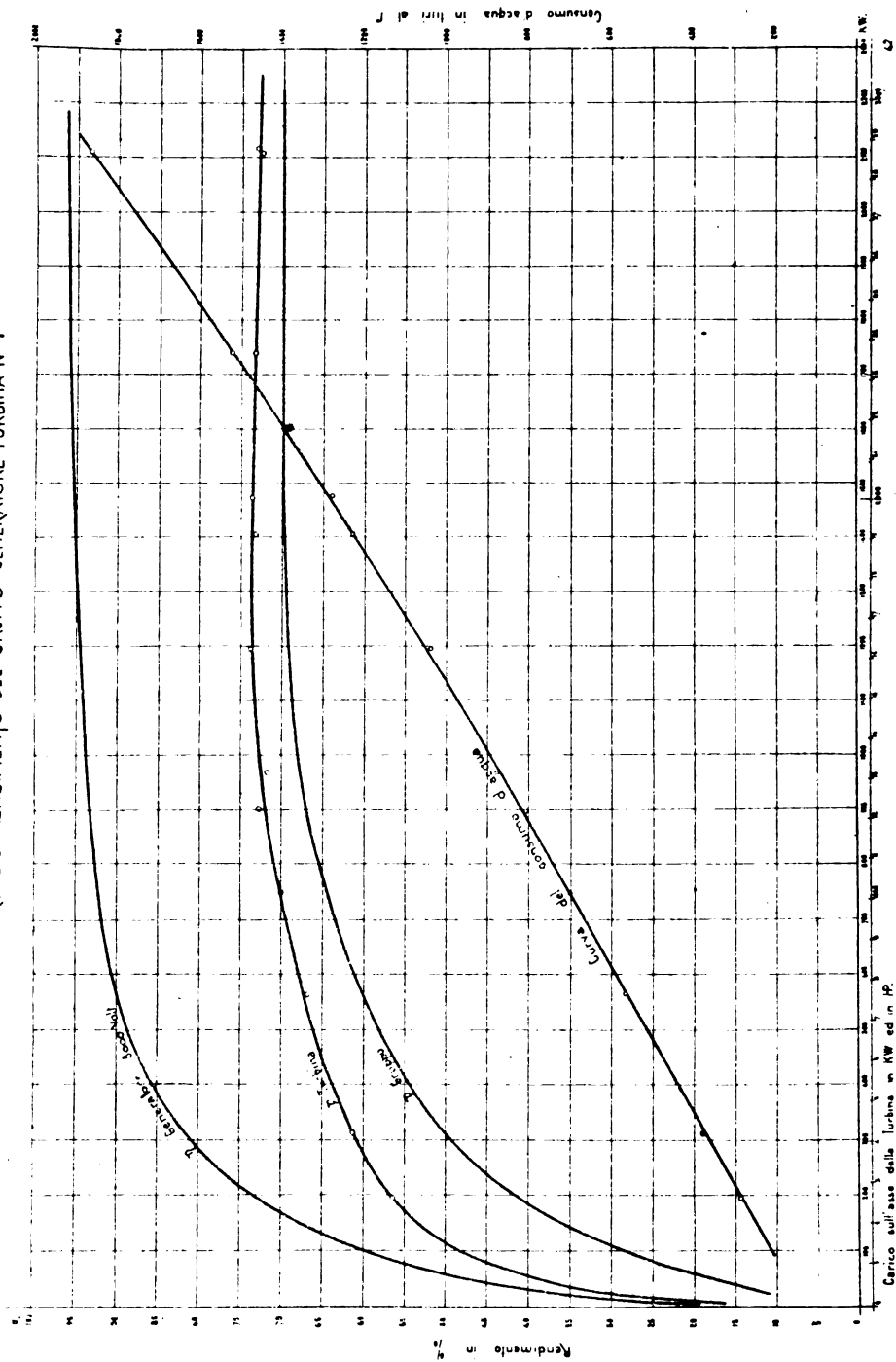
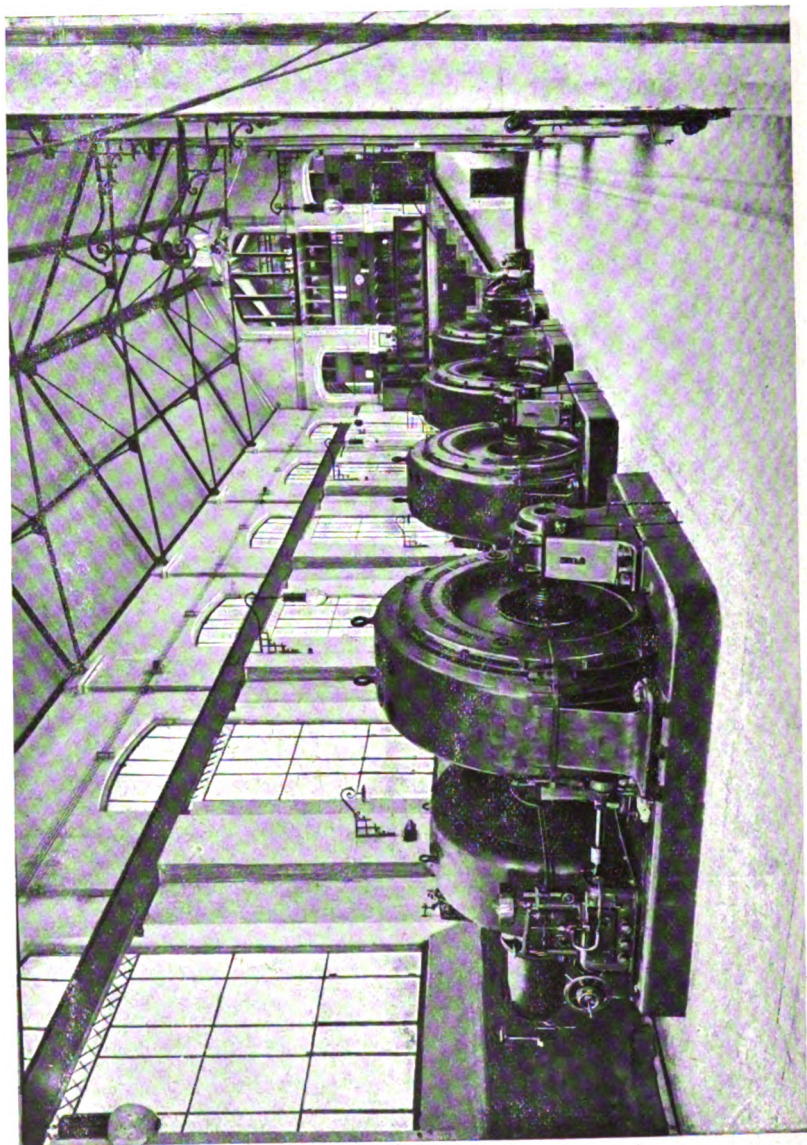
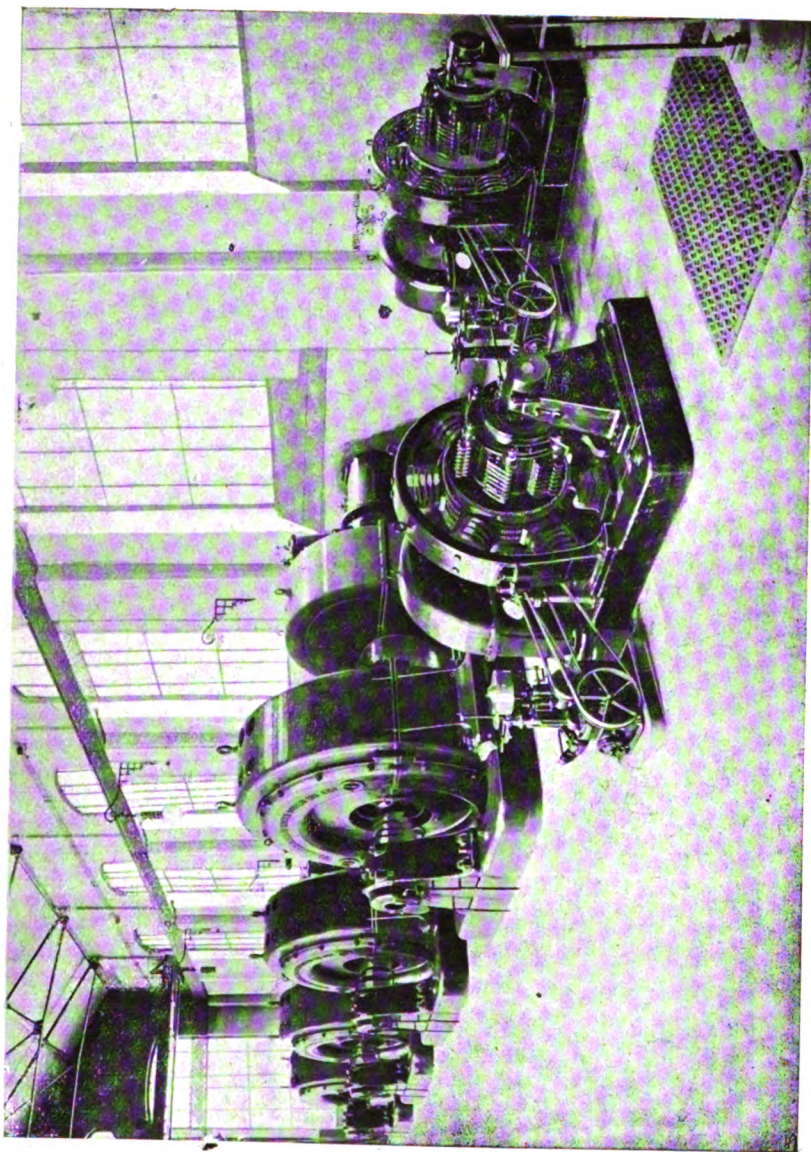
La sala è abbondantemente illuminata da grandi finestroni; è provvista di gru a ponte della portata di 15 tonnellate, a comando elettrico.

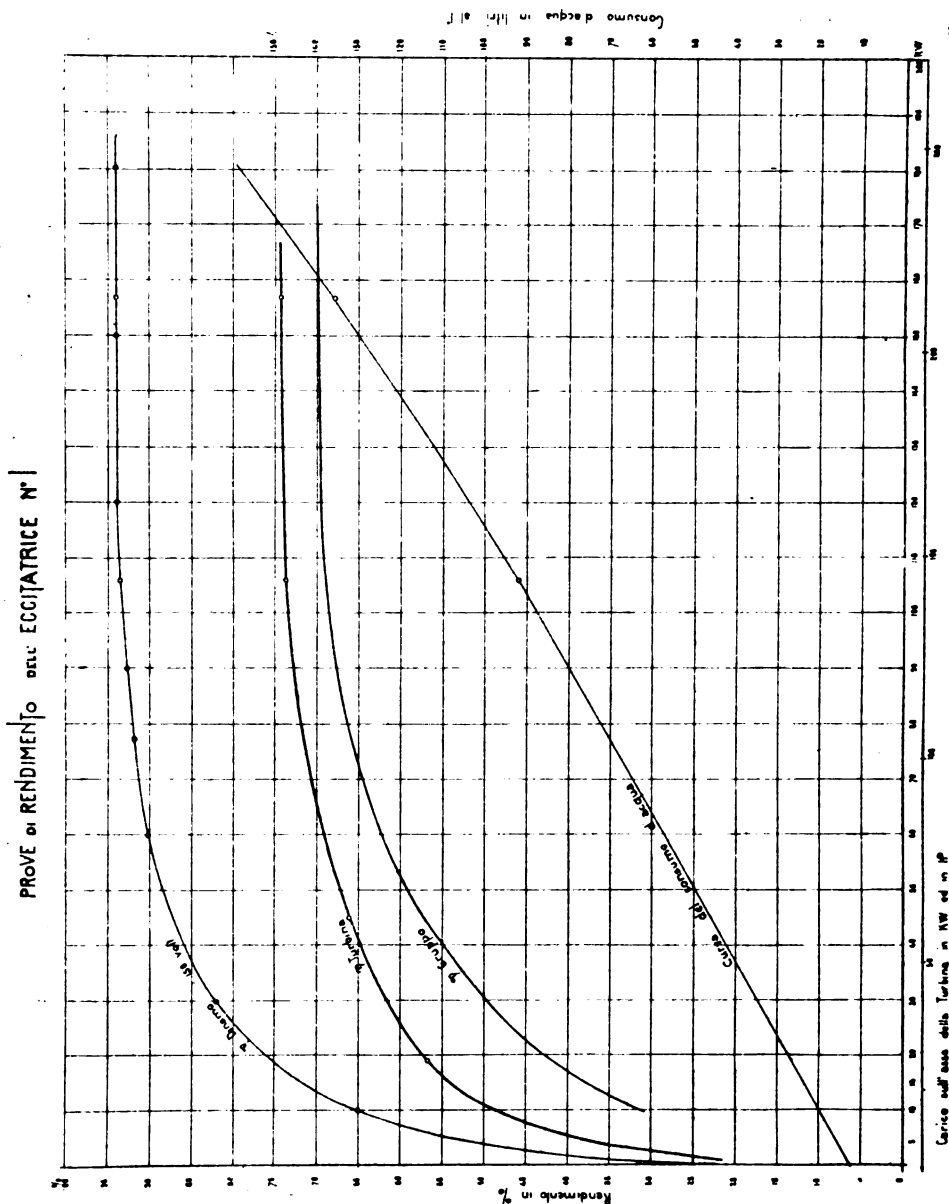
Comprende 4 gruppi turbo-generatore della potenza di 2750 Cav. ognuno, e due gruppi d'eccitazione di 200 cav.; è previsto l'impianto di un quinto gruppo generatore.

Le turbine sono del tipo Schwankrug; fanno 420 giri al minuto, e possono sviluppare fino a 3000 Cav.

Sono costituite di una ruota mobile a piatto, calettata a sbalzo all'estremità dell'albero del generatore, la quale porta la corona di palette in ghisa grigia.

L'apparecchio d'introduzione consta di un distributore in bronzo

PROVE DI RENDIMENTO DEL GRUPPO GENERATORE-TURBINA N° I
Curva del consumo d'acqua
Rendimento in %

Centrale di Piedimulera (Interno sala macchine e quadro)

Centrale di Piedimulera (Interno sala macchine)

fosforoso a tre getti di sezione variabile, con comando posto fuori dell'acqua e lubrificabile durante la marcia.

Il regolatore automatico è a pressione d'olio, ed è comandato a mezzo di ingranaggi.

Le turbine sono inoltre provviste di un apparecchio per il co-

mando a mano della regolazione, e di un regolatore di pressione (scarico sincrono) a chiusura lenta ed a valvola equilibrata, comandato dal regolatore automatico.

Come già si disse, le derivazioni delle turbine dalla condotta forzata sono munite di valvole piane a comando idraulico del diametro di 700 mm. La manovra di tali valvole si fa dall'interno della sala delle macchine.

Appositi indici segnano in ogni istante il grado di apertura delle valvole piane, dei distributori delle turbine e dei regolatori di pressione.

Ciascuna turbina è infine munita di un manometro e di un tachimetro montato su apposita colonnetta.

Le turbine delle eccitatrici fanno 650 giri al minuto, e possono sviluppare fino a 225 Cav. ognuna.

Sono di costruzione identica a quelle delle turbine dei generatori; hanno però il distributore ad un solo getto, e non sono provviste del regolatore di pressione.

Il regolatore automatico è comandato a mezzo di cinghia; le valvole di chiusura a comando idraulico hanno il diam. di 250 mm.

I rendimenti delle turbine garantiti dalla casa costruttrice sono:

Turbine generatrici:

Carico	2750	Cav.	Rendimento	75 %
»	2050	»	»	76 »
»	1400	»	»	73 »

Turbine eccitatrici:

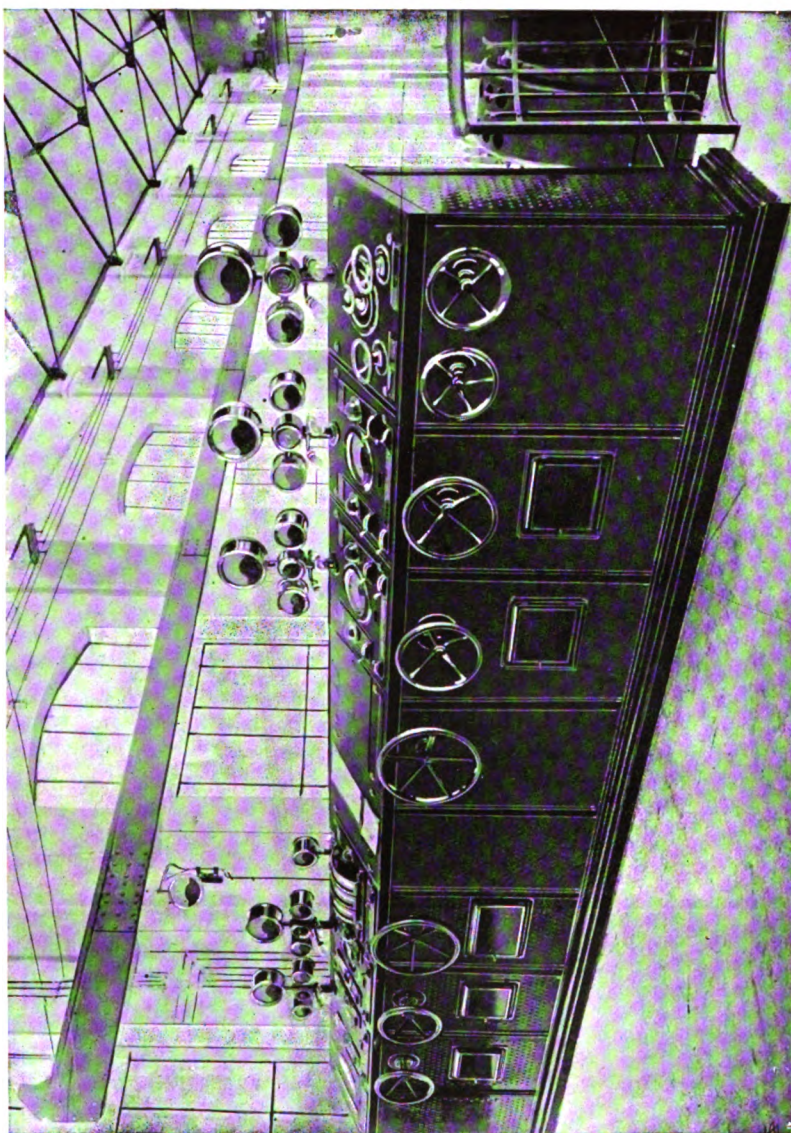
Carico	200	cav.	Rendimento	74 %
»	150	»	»	75 »
»	100	»	»	71 »

Gli alternatori sono trifasi del sistema C. E. L. Brown, ad indotto fisso, ed induttore rotante.

Possono assorbire la potenza di 2750 Cav., e sviluppare 1920 Kw. per un carico induttivo $\cos \varphi = 0,8$, cioè 2400 KVA.

Sono a 12 poli; con velocità di 420 giri al 1.°, producono pertanto corrente a 42 periodi. — La tensione della corrente stessa è di 8000 Volt.

I rendimenti dei generatori garantiti sono i seguenti:
per un carico non induttivo $\cos. \varphi = I$:

Carico	1920	Kw.	Rendimento	94 %
»	1440	»	»	93 »
»	960	»	»	91 »

Centrale di Piedimulera (Tavolo delle manovre)

e per un carico induttivo cos $\varphi = 0,8$.

Carico 1920 Kw.	. . . . .	Rendimento 93 %
» 1440 »	. . . . .	» 92 »
» 960 »	. . . . .	» 90 »

Compresa in tali cifre l'energia necessaria per l'eccitazione, e quella perduta in attriti e per la ventilazione.

Le variazioni di tensione, dalla marcia a pieno carico alla marcia a vuoto, non devono superare il 7 % per cos $\varphi = 1$, ed il 20 % per cos $\varphi = 0,8$.

Sotto carico normale nessuna parte dei generatori deve riscaldarsi a più di 45° sulla temperatura ambiente.

I generatori sono stati provati alla tensione di 12000 Volt per 5 minuti.

Le eccitatrici, dinamo a corrente continua a 4 poli, sono capaci di assorbire 200 Cav., e producono energia a 150 Volt, facendo 650 giri al minuto.

Sotto il pieno carico non devono riscaldarsi a più di 45° sulla temperatura ambiente.

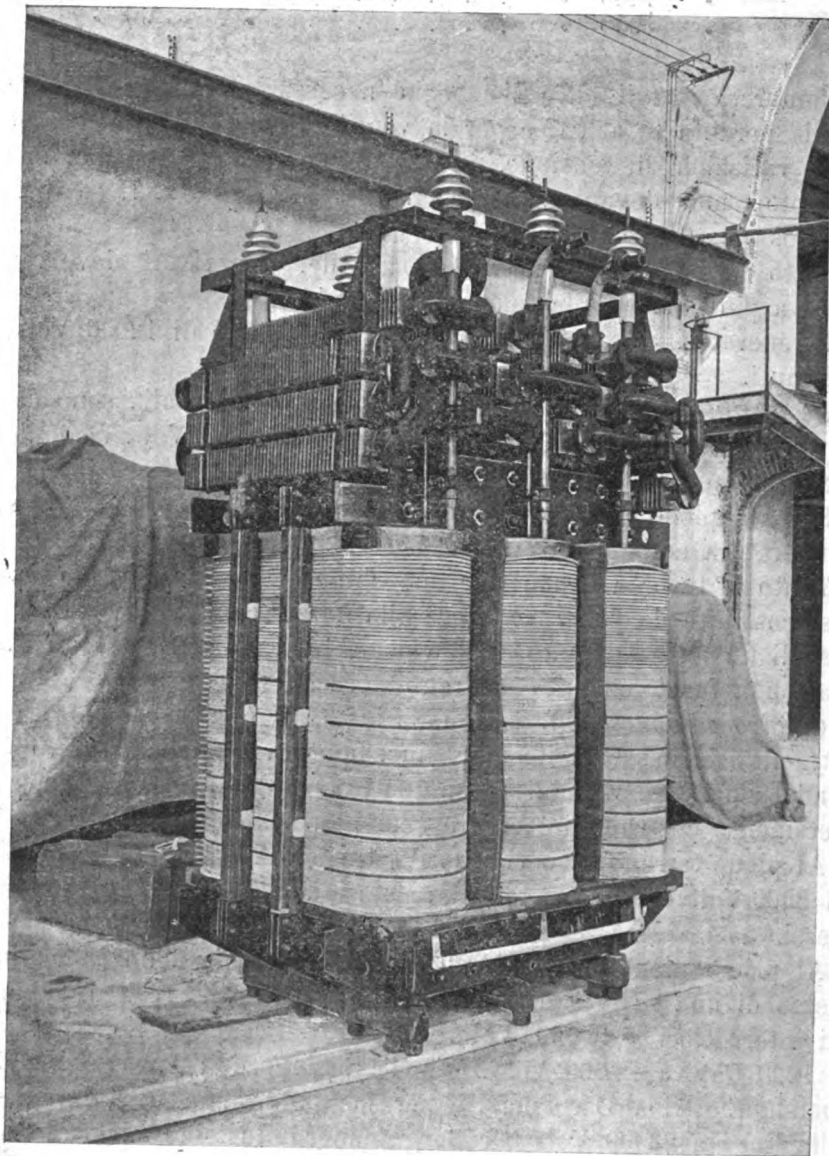
Tanto le turbine, quanto le macchine elettriche, devono essere così costruite da poter resistere alla forza centrifuga, anche nei casi di un forte aumento della velocità di rotazione, per un eventuale non funzionamento dei regolatori.

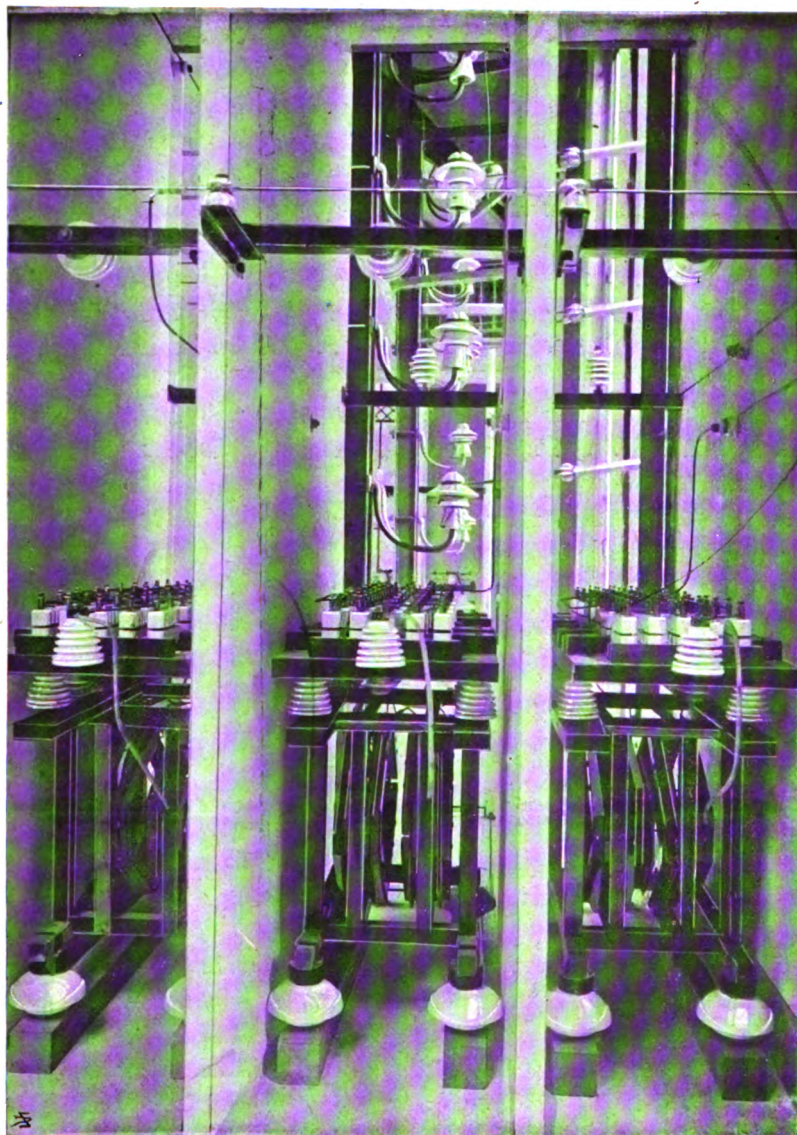
Quadro e connessioni. — Il fabbricato dei quadri è collocato alla estremità della sala delle macchine, opposta a quella d'arrivo della condotta forzata. È suddiviso in quattro piani, oltre le cantine, completamente costruito in ferro e cemento, a sistema cellulare.

Al piano terreno sono collocati i trasformatori, le barre omnibus ad 8000 Volt dei generatori, i reostati d'eccitazione dei generatori stessi.

Al primo piano, al quale si accede dalla sala delle macchine a mezzo di una scala a due rampe, sono disposti i tavoli di manovra, gli interruttori a 45 000 Volt, la sottocentrale per il ricevimento di 1200 Cav. a 12 500 Volt, (che la Società dell'Anza ritira dalla Società Elettrica Ossolana), e per la immissione di tale energia sulla linea a 26000 Volt per Borgomanero, insieme ad altra che si genera nella Centrale.

Al terzo piano si trovano le barre collettrici a 45 000 Volt, i trasformatori di misura 45 000/100 Volt, l'interruttore principale della linea a 45 000 Volt Piedimulera-Novara, una resistenza liquida per la messa a terra della linea stessa, (ne è prevista un'altra per una

seconda terna di fili), gli scaricafulmini Wurtz per le linee a 12500 e 26000 Volt.

Centrale di Novara. - Trasformatore 42000/24000 volt - 2300 KVA,

All' ultimo piano sono collocati gli scaricafulmini Wurtz per 45 mila Volt.

Centrale di Piedimulera

(Wurz a 25000 volt e partenza linee)

Due colonne in ferro, che interessano il terzo ed il quarto piano, costituiscono il primo sostegno delle linee in partenza dalla Centrale. Quivi i fili sono assicurati a mezzo di una costruzione speciale a doppi isolatori comuni.

Elettricamente il quadro si può suddividere nettamente in due parti. Una comprende le tensioni 8000 e 45000 Volt ed è quella di maggiore importanza; l'altra è per le tensioni 12500 e 26000 Volt e l'abbiamo gia chiamata sotto-centrale.

Le due parti vengono mantenute normalmente separate, ma possono essere collegate insieme, attraverso un trasformatore 8000-26000 Volt della potenza di 2300 KVA.

Riparto 8000-45000 Volt. — La corrente è portata dai generatori alle barre omnibus a mezzo di cavi trifasi sotto piombo (provati alla tensione di 16000 Volt), collocati in una galleria che corre longitudinalmente al disotto dei generatori stessi.

Tali cavi fanno capo ad un sistema di barre e di coltelli, che permette di far lavorare ciascun generatore, sia direttamente sul proprio trasformatore, sia sul trasformatore corrispondente ad un altro gruppo.

I trasformatori sono infatti in numero di quattro, quanti sono i generatori trifasi, per un rapporto di trasformazione 8000-45000 volt, e della capacità di 2300 KVA ognuno.

Sono del tipo Brown in olio, con raffreddamento ad acqua avvolgimenti primario e secondario a stella.

La temperatura dell'olio non deve superare di 55° C. quella dell'ambiente; il rendimento garantito, per cos $\varphi = 1$, e pel pieno carico, è del 97 % al minimo.

Tali trasformatori vennero provati alla tensione di 70000 Volt per 5 minuti, ed a 67000 Volt, con un polo sulla massa a terra, per 2 minuti e mezzo.

Sui primari dei trasformatori stessi sono inseriti gli *interruttori automatici* a 45000 Volt, costituiti ciascuno di 3 interruttori unipolari a sestupla rottura d'arco in olio, comandati solidamente da un unico albero.

L'attacco ed il distacco si fanno a mezzo di un gruppo motore, costituito dall'accoppiamento di un motorino elettrico a corrente continua, con una molla a spirale.

Il motorino si inserisce e si disinserisce automaticamente; la corrente è fornita dalle eccitatrici.

Il comando si fa a mano dai tavoli di manovra, sia automaticamente, sia dai relais di massima, che sono collocati nei tavoli stessi.

La corrente pei relais è fornita da una piccola batteria d'accumulatori.

Dagli interruttori automatici, la corrente passa alle barre collettrici a 45 000 Volt., attraversando dei separatori a coltello, che permettono di escludere gli interruttori non in servizio.

Alle barre collettrici si attacca la linea partente a 45 000 Volt, previa inserzione di un interruttore come i descritti.

Ciascuna sezione del quadro è munita di trasformatori riduttori per le misure e per le indicazioni necessarie all'esecuzione delle manovre.

Queste sono concentrate in un tavolo al primo piano, dal quale si può seguire e regolare il funzionamento di tutta la Centrale.

Tale tavolo contiene:

5 scomparti pei generatori, ciascuno provvisto di amperometro d'eccitazione e comando del relativo reostato, amperometro e voltmetro del generatore, dispositivo di messa in parallelo (lampade e voltmetro), relais bipolare a massimo ed a tempo, leve di comando degli interruttori automatici e commutatori per gli strumenti di misura.

Due lampadine, una rossa ed una verde, indicano se il quadro è o meno in servizio.

Due scomparti per le linee in partenza (uno di riserva); quello completo è munito di 3 amperometri di linea, di un relais tripolare a massima ed a tempo, del dispositivo di messa in parallelo, delle leve di comando dell' interruttore di linea, dei commutatori per gli strumenti di misura.

Due grandi voltmetri, collocati su due pilastri affiancati al quadro, indicano la tensione sulla linea. Uno di essi è ora applicato alle barre collettrici, ma è destinato alla seconda terna di fili della linea partente.

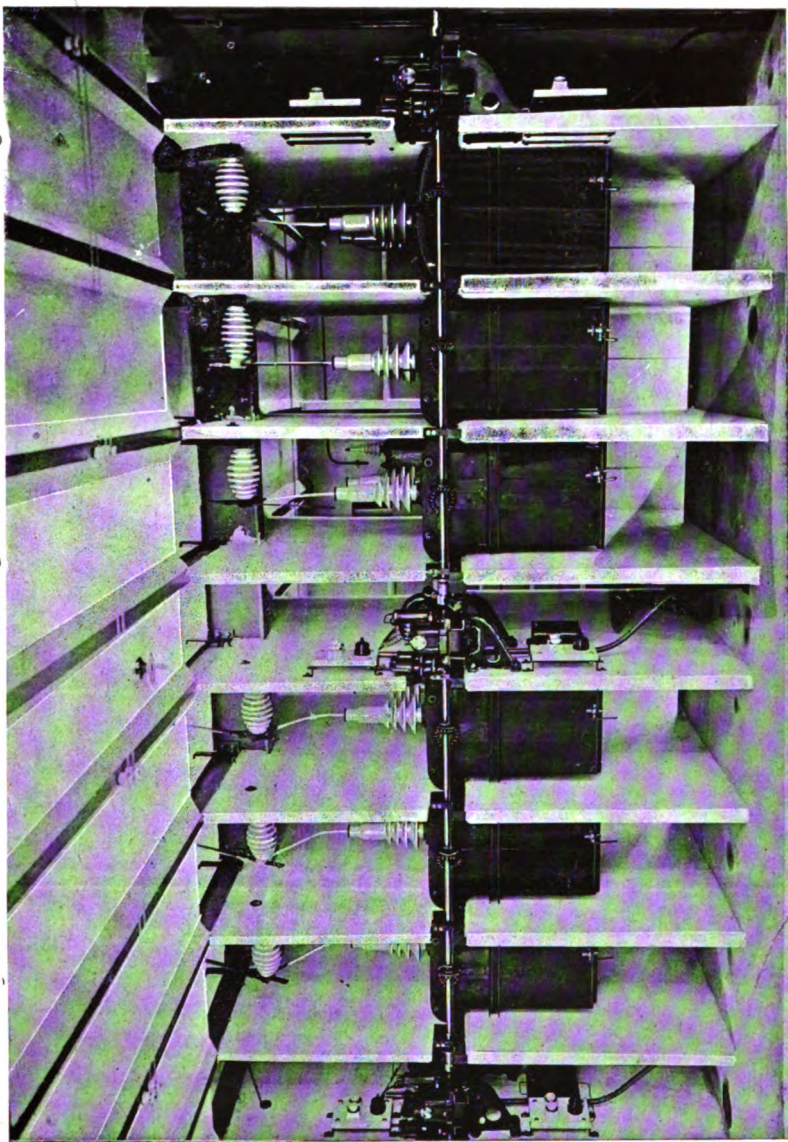
Uno scomparto per l' eccitazione con amperometro, voltmetro e comando del restato di campo.

Uno scomparto portante il volano per la regolazione generale dell'eccitazione; esso serve anche da tavolo per le registrazioni.

Gli scaricafulmini sono del tipo Wurtz, con quattro bobine di selfinduzione in serie; sulla linea di terra sono inserite delle resistenze a carboni.

Tutti i ferri del quadro sono fra loro collegati e messi a terra.

La prova d'isolamento delle parti del quadro per l' alta tensione venne eseguita a 90 000 Volt.

Sottocentrale. — Comprende 2 trasformatori 12 350/25 870 Volt, della capacità di 1000 KVA, ciascuno, tipo Brown in olio, con raffreddamento ad acqua, e morsetti per tensioni primarie di 25 000 e 27 350 Volt.

Centrale di Piedimulera (Interruttori automatici a 45 000 volt)

Un trasformatore 8000/26000 Volt, 2300 KVA., pure tipo Brown in olio, con raffreddamento ad acqua con avvolgimento primario a triangolo, secondario a stella, isolato per 45 000 Volt, in modo che in caso di necessità, riducendo a stella i collegamenti dell'avvolgimento primario, si può ottenere il rapporto 8000/45000.

Le barre collettrici per 8000/12500 e 26000 Volt, e gli scomparti per le linee e pei trasformatori, tutti muniti di interruttori ad olio, di relais a massima ed a tempo e dispositivi di messa in parallelo.

Tanto la linea a 12500 quanto quella a 26000 Volt, sono provviste di scaricafulmini Wurtz.

Servizi accessorii. — Per l'illuminazione e pei servizi d'Officina è installato nella Centrale un piccolo trasformatore 8000/250, 30 KVA.

Attigua alla centrale trovasi la casa d'abitazione del personale e del capo-officina. Il piano terreno è destinato ad ufficio, ed officina di riparazioni, provvista quest'ultima di un buon corredo di macchine utensili.

Un impianto telefonico con cabina al piano delle manovre, permette di comunicare colla presa, colla vasca di carico e con la cen trale dell'Ossolana in Villadossola.

Condutture per il trasporto dell'energia.

Prima della costruzione del proprio impianto idro-elettrico, fin dal 1904, la Società dell'Anza possedeva già una rete di distribuzione (che alimentava con energia elettrica, presa in affitto dalla Società Elettrica Ossolana), costituita da una linea primaria a 26 000 Volt da Villadossola ad Arona (per Gravellona, Lago d'Orta, e Borgomanero) e da una linea ad 8000 Volt Gravellona-Arona pel Lago Maggiore, entrambe insieme formanti un anello chiuso.

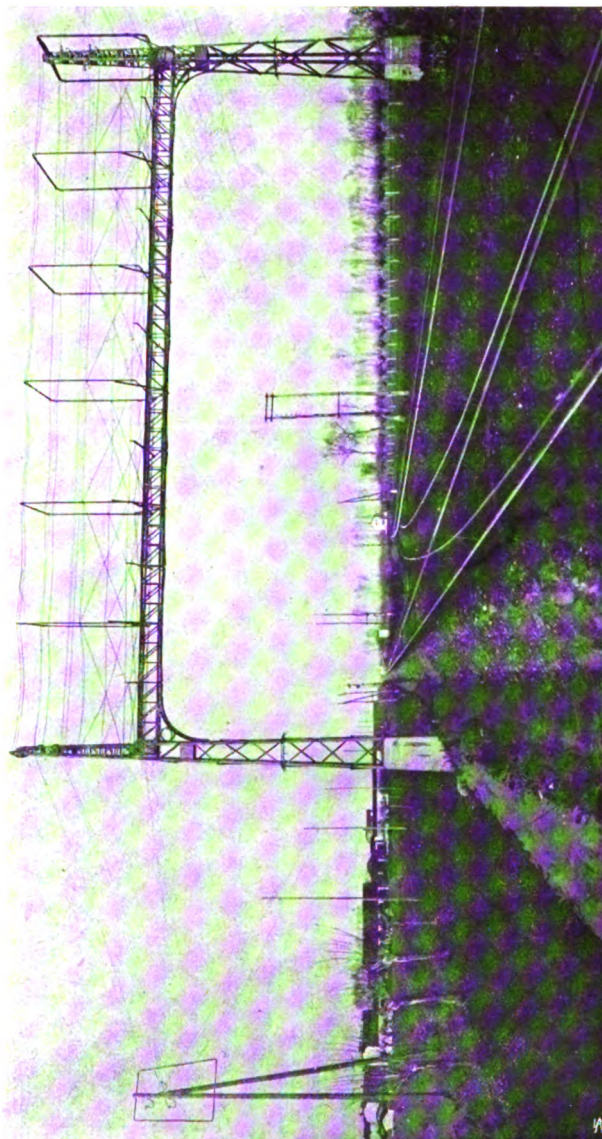
A Gravellona, Borgomanero ed Arona erano stabilite tre Sottocentrali di trasformazione.

Tale rete, dopo la costruzione del nuovo impianto, è stata mantenuta pressochè intatta, ed ampliata da altre diramazioni ad 8000 Volt per la sponda destra del Ticino, per la zona al nord di Novara, per Romagnano, Gattinara e per tutta la bassa pianura del Sesia e del Cervo, al nord del Canale Cavour.

É però progettato l'ampliamento della Sottocentrale di Borgomanero, e la sua trasformazione per la tensione primaria di 45 000 Volt, in modo che la linea a 25 000 Volt si fermerà alla Sottocentrale di Gravellona-Toce.

Le attuali linee 25 000 Volt Borgomanero-Arona, e Gravellona-Borgomanero pel Lago d'Orta entreranno a far parte della rete di distribuzione ad 8000 Volt.

Linea a 45000 Volt. — Congiunge direttamente la Centrale di Piedimulera con quella di Novara.

Isolatore per 45000 volt.

Linea e Passerella sulla Ferrovia presso Vignate.

Segue fino a Borgomanero lo stesso tracciato della preesistente linea a 26 000 Volt, tenendosi alla sua destra, alla distanza di due metri; da Borgomanero a Novara si mantiene quasi sempre fra la strada provinciale e la ferrovia.

La sua lunghezza complessiva è di 82 Km.; attraversa le Ferrovie dello Stato tre volte, la Ferrovia Gozzano-Alzo una volta, ed un'altra la Ferrovia Novara-Seregno: le strade provinciali sei volte.

È su palificazioni in legno impregnato di bicloruro di mercurio reso poi insolubile; soltanto nelle maggiori tesate, e nelle costruzioni speciali si sono costruiti sostegni in ferro.

Questi portano superiormente sei celle, in ciascuna delle quali sono collocati tre pezzi di rovere foggiati a cuneo, ai quali si fissa, attraversandoli, il gambo del porta-isolatore.

Per gli attraversamenti delle ferrovie si sono costruite passerelle in ferro, delle quali è notevole quella presso la Stazione di Vignale, della luce di m. 21, 50.

I conduttori sono in numero di tre; filo di rame elettrolitico mezzo crudo, del diam. di 80/10. I pali sono predisposti per ricevere altri tre fili.

Gli isolatori sono di porcellana, a triplice campana, formati di tre pezzi saldati insieme.

I porta-isolatori sono del tipo comune a gancio, di ferro omogeneo con lastrine e bolloni galvanizzati.

Gli isolatori sono fissati ai ganci a mezzo di canapa e gomma lacca.

Ciascun palo è provvisto di cappello di ghisa, corona spinosa e targhetta. Nei vertici e negli attraversamenti di strade di qualche importanza sono montati dei parafili in ferro sagomato. I pali sono infissi normalmente nel terreno e consolidati col materiale di scavo ben compresso e con tre corone di pietra.

I pali in vertice od in speciali condizioni sono in béton; quelli in risaia, o in terreno molto umido, hanno il piede in ferro con tre o quattro poutrelles, secondo la costruzione ormai comune.

Dei separatori a coltelli, disposti presso la Sottocentrale di Gravellona e di Borgomanero, permettono di sezionare la linea e facilitano così la ricerca degli eventuali guasti.

La linea è stata provata alla tensione di 90 000 Volt per 29 minuti, e per un istante a 72 000 Volt, con un polo a terra.

(Continua).

L'ESERCIZIO FERROVIARIO IN ITALIA[1]

Nei suoi rapporti con l'economia del paese

E LA SCIENZA DEI TRASPORTI

(Continuazione vedi pag. 331).

***

In questa somma sono comprese altresì le spese di manutenzione, ma non quelle del rinnovamento e del normale miglioramento del complicato meccanismo ferroviario, le quali si rendono necessarie in determinati periodi.

Ora due vie si presentano; se lo Stato, detratte le ordinarie spese di esercizio, versa l'attivo nel proprio bilancio, dovrà in date epoche aver pronte ingentissime somme per i periodici rinnovamenti e normali miglioramenti del meccanismo ferroviario. I novecento milioni che ora si spendono per la sistemazione delle nostre ferrovie non sono altra cosa che il rinnovamento e miglioramento del meccanismo ferroviario, che avrebbe dovuto compiersi durante un lungo periodo d'esercizio, che non è stato completamente eseguito nè prima delle convenzioni, ferroviarie, nè durante tali convenzioni, poichè riuscirono del tutto insufficienti i relativi fondi di riserva.

Quindi, se lo Stato non provvede annualmente acchè le necessarie somme siano ritenute per conto dell'azienda ferroviaria, è opportuno rilevare che quegli introiti non possono considerarsi quale provento netto delle ferrovie, poichè una parte di essi in determinati periodi dovrà essere sborsata.

Se invece l'esercizio ferroviario dello Stato deve essere sincero, occorre prevedere le esigenze del detto rinnovamento, occorre cioè

(1) Conferenza tenuta al Collegio degli Ingegneri di Milano il 20 giugno 1907.

costituire una cassa apposita, nella quale deve versarsi annualmente la somma occorrente per il rinnovamento del meccanismo ferroviario, somma che rappresenta il deprezzamento che, giorno per giorno, ora per ora, subisce il detto meccanismo ferroviario, dalle più grandi opere d'arte ai più modesti utensili delle stazioni.

***

Una indagine simile non è stata mai fatta; eppure a me sembra che sia di vitale importanza per il paese la conoscenza piena e completa degli oneri che lo Stato va ad assumere.

Volendo determinare tale spesa, giova ricordare che una parte del patrimonio ferroviario ha una durata limitata, oltre la quale non è più utilizzabile, mentre un'altra può considerarsi di durata quasi illimitata.

La massicciata con le traversine e le rotaie, le opere metalliche, l'arredamento delle stazioni e delle officine, i segnali, i binari morti, i fasci di binari, le chiusure, gli apparati di sicurezza, i fili telegrafici e telefonici, il materiale rotabile, appartengono alla prima categoria, e cioè hanno una vita limitata.

I fabbricati, le stazioni, le opere d'arte, meno le opere metalliche, il corpo stradale appartengono alla seconda categoria, cioè hanno vita pressochè illimitata.

Si comprende che per le opere e i meccanismi, di durata limitata, occorreranno le due spese insieme: di manutenzione, pel tempo in cui sono utilizzati, e di rinnovamento, quando sono divenuti inservibili all'uso cui sono destinati.

Fino a che la spesa ha lo scopo di conservare, preservare e riparare il meccanismo dall'azione degli agenti esterni e dall'uso, dovrà sempre considerarsi di manutenzione; ma quando, per cause estranee, quali essi siano, i veicoli, i meccanismi debbano essere rinnovati, prima della loro presunta età, la spesa non riguarda più la manutenzione, ma il rinnovamento.

Ben diversa è la natura delle opere che costitiscono la seconda categoria, cioè, l'argine stradale, le opere d'arte in muratura, le stazioni; queste esigono soltanto la spesa di manutenzione dovuta alla assidua sorveglianza e al continuo ristoro dei danni derivanti dal tempo e dall'uso. In tesi generale, una perfetta manutenzione di un fabbricato, di un'opera in muratura, di una galleria, basta a conservarli indefinitamente, non verificandosi per essi un sicuro, inevitabile rinnovamento alla scadenza di un determinato periodo;

quindi per dette opere non dovrebbero verificarsi vere spese di rinnovamento.

Però, nella realtà, i fabbricati, l'argine stradale, i ponti, le gallerie, i viadotti, trovandosi esposti a tante e diverse cause esterne, come la trepidazione che deriva dal passaggio dei treni, l'azione del mare, la corrosione dei fiumi, le frane. le alluvioni, sono spesso danneggiati per modo, che parte di esse opere, o tutte, vanno completamente rifatte.

Inoltre i vizi di costruzione o di tracciato, la necessità di modificare e migliorare l'una o l'altro impongono altresì la rinnovazione di un argine, di una galleria, di un'opera d'arte.

Queste spese di ricostruzione, che non sono conseguenza immediata dell'uso, ma dipendono da cause estranee o dalla necessità di rafforzare e migliorare il meccanismo ferroviario, non possono considerarsi quali spese di manutenzione, ma costituiscono le spese di rinnovamento e di miglioramento.

Senza qui ripetere i criteri ed i calcoli da me seguiti nel valutare la somma che rappresenta il deprezzamento annuale del meccanismo ferroviario (1), vi accenno i risultati a cui sono pervenuto:

Quota per il rinnóvamento della massicciata e dell'armamento	L.	16 896 804
Quota pel rinnovamento delle opere in ferro . .	»	2 652 475
Quota pel rinnovamento dell'arredamento delle stazioni, dei binari di servizio, dei fili telegrafici, dei telefoni, degli apparati diversi	»	4 114 180
Quota pel rinnovamento del corpo stradale, dovuto a cause di forza maggiore ed alle esigenze del traffico	»	5 000 000
Quota pel rinnovamento del materiale rotabile .	»	9 172 784
TOTALE	L.	37 836 243

Questa è la somma che, dato un completo assetto ferroviario ed un esercizio corrispondente, dovrebbe prelevarsi annualmente dai redditi lordi e che, messa ad interessi composti al 3 %, dovrebbe costituire la Cassa patrimoniale, avente lo scopo di conservare e migliorare il patrimonio ferroviario, senza creare le distinzioni oziose e le valutazioni fuori della realtà, escogitate nelle convenzioni ferroviarie.

(1) Vedi opera citata, ing. G. SPERA, vol. III, pag. 321.

La somma qui sopra notata potrà aumentare od anche diminuire in seguito ad analisi più precisa o adottando una diversa ragione d'interessi, o in conseguenza dell'effettivo costo dell'asssetto ferroviario; ma se la somma potrà essere, in seguito, determinata con maggiore esattezza, resta il concetto che una somma fissa, che veramente risponda allo scopo della conservazione delle ferrovie, venga messa da parte e costituisca il fondo di riserva patrimoniale. Questo fondo, a mio parere, per evitare sorprese al bilancio dello Stato, deve far parte dell'ente ferroviario, e deve essere al riparo dalle esigenze del bilancio dello Stato.

Dal 1885 al 1889, i tre fondi di riserva, rappresentanti appunto gli oneri che si attribuiscono alla proposta Cassa patrimoniale, spesero 92 milioni, cioè circa 6 milioni e mezzo per anno: somma irrisoria quando si pensi che occorrevano circa 40 milioni.

Ciò valga a confermare il concetto che bisogna assicurare in modo ben definito la conservazione e il miglioramento del meccanismo ferroviario, stabilendo, come in ogni industria, il proporzionato fondo speciale prelevabile dal reddìto lordo dell'esercizio stesso.

Tali oneri non vanno confusi in alcun modo con quelli del miglioramento eccezionale e dell'aumento del patrimonio ferroviario.

Queste spese costituiscono non più l'esercizio, ma il continuo adattamento all'aumento del traffico del paese ed ai progressi della scienza ferroviaria.

Nessuna norma e nessun limite possono fissarsi *a priori* per gli aumenti patrimoniali; questi, per un paese che voglia camminare come gli altri che lo circondano, s'impongono, e il criterio più certo e sicuro è quello di andare il più che si può innanzi agli altri.

Riassumendo: fra cinque anni, se il nostro meccanismo ferroviario sarà razionalmente sistemato e se adotteremo ugualmente un razionale esercizio, le spese di detto esercizio aumenteranno, come già si è innanzi indicato, a 320 milioni; aggiungendo la somma annua per la Cassa patrimoniale, calcolata in lire 38 milioni circa, si ha una complessiva cifra di circa 360 milioni, che rappresentano tutte le spese di esercizio e quelle per la conservazione e miglioramento del meccanismo ferroviario.

Quali saranno i proventi?

Oggi occupiamo uno degli ultimi posti per l'importanza del traffico, ma tutto ci dimostra che l'attività del paese assume proporzioni meravigliose.

Io ritengo che fra cinque anni il nostro traffico sarà pressochè raddoppiato, se porremo ogni nostra possa perchè l'esercizio ferroviario aiuti e non ostacoli l'incremento economico del paese. Quindi possiamo ben predire che il reddito lordo chilometrico raggiungerà nel 1911 le 45.000 lire, ed in conseguenza il reddito totale ammonterà a 540 milioni, da cui, detratti i 360 milioni di spese, si avrebbero circa 180 milioni di reddito netto, e cioè circa il 3 % sui 6 miliardi complessivamente spesi per le nostre ferrovie.

Il Belgio sul capitale impiegato nelle ferrovie, ha un reddito del 4.40 %, la Russia, la Francia l'Ungheria del 3.50 %, la Danimarca la Romania del 3 %, e noi soltanto dell' 1,70 %.

Da ciò si rileva che la mia ipotesi potrà considerarsi al di sotto e non al di sopra di quanto offrirà il paese. La Prussia, dal 4 % elevò il reddito delle sue ferrovie al 7 %, dopo di avervi profusi miliardi per il loro assetto.

Ciò ci conforti ed assicuri che se l'assetto delle ferrovie ed il loro razionale esercizio esigono gravi sacrifici, dall'altro elevano il rendimento di tutto l'enorme capitale che si è speso per costruirle, reintegrandone il loro valore.

Sappia cioè il paese che la spesa che ha votata, per la sistemazione delle ferrovie, darà all'ingente capitale ferroviario quel valore economico che oggi non ha nè può avere, poichè un meccanismo imperfetto, disadatto, incompleto costituisce sempre e dovunque una sorgente di danni e non di utilità.

L'esercizio di Stato.

Ed ora pochissime parole sul nostro esercizio di Stato.

Il fenomeno a cui assistemmo allo spirare del primo ventennio delle convenzioni ferroviarie non è stato al certo il più felice della vita economica e politica d'Italia.

Ignoravamo che il nostro meccanismo ferroviario era del tutto disadatto e deficiente; ignoravamo che il nostro esercizio ferroviario non rispondeva ad un indirizzo pratico e razionale.

Intanto nessuno studio era stato preparato per indicare le deficienze, gli errori, per misurarne l'importanza e portarvi riparo; mancava così ogni preparazione, sia per sapere in qual guisa comportarsi per un qualsiasi rinnovamento delle convenzioni ferroviarie

sia per misurare le conseguenze e le resposabilità di un esercizio di Stato.

Eppure conveniva risolversi: e, mancando un concetto organico sulla via da seguirsi, accadde che cause affatto secondarie ed indipendenti dalla vera questione obbligarono lo Stato ad assumere l'esercizio delle ferrovie (1).

Fu un salto nel buio, ma ugualmente sarebbe stato un salto nel buio il rinnovare le convenzioni, col danno maggiore d'incatenare alla cieca le sorti d'Italia con Società private, in base a patti e convenzioni, che, data la nostra completa impreparazione, avrebbero potuto riuscire un vero disastro pel paese.

Quindi quell'improvvisa deliberazione non preceduta da verun esame, mentre parve e fu di fatto una necessità fatale, impedì al paese un possibile e irrimediabile disastro.

Ed il primo e importante vantaggio fu quello di togliere di mezzo le Società esercenti, che avevano costituito per venti anni il più comodo paravento per riparare tutte le responsabilità, riguardanti i danni dell'esercizio e la deficiente e deplorevole condizione delle nostre ferrovie.

Solo allora il problema si affacciò in tutta la sua terribilità e gli uomini di Stato e tutto il paese non ebbero più illusioni innanzi all'audacia compiuta ed alla necessità di porvi riparo.

Il paese attraversò momenti difficili: pareva che tutte le sue ener-

(1) Se l'impreparazione da parte dello Stato era completa, se come fa rilevare l'on. Abignente nella sua perspicace relazione del 9 febbraio 1907 sull'ordinamento dell'esercizio di Stato, anche la stampa meno poche eccezioni, deviò l'opinione pubblica dall'esame della sostanza del problema, quei pochissimi e rarissimi studiosi spassionati dell'argomento ferroviario, quali il Carmine il Cadolini, avevano pure presentato alcune proposte; ed anche chi scrive propose una forma d'esercizio che sotto forma di consorzio fra lo Stato e la Società, garantiva gli interessi dello Stato pur avvalendosi dell'iniziativa privata, ed era conseguenza di tutto un lungo, paziente studio sul grave problema (vol. III, pag. 395).

Fra i tanti favorevoli giudizi lo scrivente si onora di riferire quello dell'illustre ingegnere senatore Colombo, presidente del Collegio degli ingegneri di Milano, il quale, in seguito all'omaggio fattogli dalla mia opera sulle ferrovie, in occasione della presente conferenza, scriveva:

« Ho esaminato il libro e mi propongo di leggerlo con calma pel grande inte-
» resse che presenta. Mi rincresce di non averlo conosciuto prima, perchè le con-
» siderazioni che vi si contengono sull'esercizio di Stato e la proposta di una
» forma intermedia d'esercizio che Ella fa, avrebbero meritato di occupare la
» pubblica attenzione e avrebbero potuto fornire importanti elementi nella qui-
» stione che fu poi risolta così affrettatamente e senza una vera e propria di-
» scussione di principi ».

gie dovessero spezzarsi innanzi all'esercizio di Stato; e come di tutti i difetti dell'esercizio privato si erano chiamate responsabili le Società esercenti, lo stesso metodo fu adoperato per condannare l'esercizio di Stato, gli uomini prepostivi ed il personale.

Non ancora è cessata l'eco dei lamenti di tutti coloro che videro colpite in pieno petto le loro industrie; sono ancora vive le proteste di coloro che vedevano minacciati i propri commerci, sia perchè era inibito di provvedersi a tempo delle necessarie provviste, sia fatto che i loro prodotti erano obbligati a restare nei magazzini senza poter raggiungere i mercati cui erano destinati; ci par d'udire ancora le lamentanze di tutti coloro che la necessità obbligava a muoversi e che, per i ritardi frequenti dei treni, vedevano ostacolata ogni loro industria, ogni attività.

Ad ogni lamento, ad ogni ritardo, seguivano le più svariate proposte, le più strane discussioni che, ispirate dalla tumultuaria impressione del momento, non potevano avere certo niente d'organico per modo che le une si contraddicevano con le altre, e le accuse giuste ed ingiuste si confondevano in guisa da rendere anche più fosca la visione del complesso problema.

Quel momento, davvero dfficile pel paese, è fortunatamente passato: vi erano concorse a crearlo tante cause estranee e precarie, oltre quelle ereditate da un esercizio irrazionale e da un deficiente meccanismo.

E, come prima dell'esercizio di Stato, tutte le discussioni furono circoscritte alla forma, dimenticando la sostanza del problema, e la moda imponeva di attribuire tutti i difetti dell'esercizio alle Società esercenti, così nella stessa guisa e con le identiche parole si accusò l'esercizio di Stato di un risultato che non poteva essere diverso, poichè conseguenza logica dello stato compassionevole del meccanismo ferroviario e del sistema d'esercizio che aveva ereditato; e su tale argomento mi permetto ricordare ciò che dicevo prima che l'esercizio di Stato delle ferrovie fosse votato.

« Abbiamo una rete ferroviaria incompleta e deficiente; seguiamo un metodo d'esercizio che è in opposizione od ogni criterio razionale; amministriamo senza preoccuparci di conservarlo o migliorarlo; in queste condizioni, deplorevoli sotto ogni riguardo, dannose per tutti, ogni speranza di migliori risultati è una vana e deplorevole illusione.

« Finchè ciò non sia compreso, nessuna legge, nessuna mutazione di forma, nessun regolamento potranno avere la virtù miracolosa di distruggere per incanto gli errori del nostro servizio ferroviario

e di tramutarlo in un meccanismo utile e proficuo alla ricchezza del paese » (1).

Quindi era vana illusione il ritenere che per virtù magica, che non è data ad alcun uomo, l'esercizio ferroviario di Stato avesse potuto divenire da un momento all'altro, da informe e irrazionale, adatto ed efficace.

All'esercizio di Stato, oltre i difetti ereditati, s'aggiunsero quelli inerenti all'impreparazione che l'aveva preceduto, alla forma tumultuaria con la quale dovette costituirsi ed alle difficoltà non lievi di unificare un personale numeroso come un esercito, proveniente da quattro amministrazioni diverse, con abitudini, intenti e sistemi disparati.

A ciò si aggiunga un incremento straordinario del traffico, e si comprenderà fra quali difficoltà un esercizio siffatto dovette dibattersi, fino a che un relativo assetto delle diverse funzioni ed attribuzioni non potè verificarsi.

Il cimento fu grande, la lotta asprissima, e, per l'onore del genio italiano, possiamo dire che la battaglia non solo non fu perduta, ma che la vittoria non sembra lontana.

***

Ma ormai che la difficile prova è compiuta e che il Parlamento, con intelletto d'amore, mira a riparare gli errori del passato, ogni discussione sulla convenienza, sull'opportunità dell'esercizio di Stato va esclusa in modo assoluto.

Io, pur rilevando le difficoltà cui andava incontro lo Stato assumendo l'esercizio delle ferrovie, ritenevo che l'esercizio di Stato, astrattamente concepito, presentasse un complesso ideale di vantaggi inestimabili, e quindi poteva considerarsi come il più adatto a guidare quel poderoso fattore di civiltà che è il meccanismo ferroviario. Lo Stato, padrone delle ferrovie, può adattarle alle esigenze del commercio, alle lotte economiche che, da ogni parte del mondo vengono fatte ai suoi prodotti: lo Stato, padrone degli orari e delle tariffe, può adattarli realmente ai bisogni del paese, seguire con amorosa e indefessa cura lo svolgersi delle diverse iniziative ed energie, sorreggerle, proteggerle convenientemente, concorrendo in tal guisa allo sviluppo di tutte le attività.

Lo Stato, proprietario delle ferrovie e conduttore dell'esercizio, ha

(1) Vol. III, op. citata, pag. 356.

l'interesse di conservare e migliorare il patrimonio ferroviario, sia perchè ciò contribuisce alla perfezione ed all'economia dell'esercizio, sia perchè è il più interessato a conservare e migliorare un meccanismo che è costato tanti sacrifici al bilancio.

Lo Stato, proprietario ed esercente delle ferrovie, può considerarle non solo come una speculazione industriale, ma altresì come strumento di difesa del paese, come meccanismo poderoso di ricchezza e di prosperità, e quindi può rinunciare a profitti che industrialmente non potrebbero essere abbandonati; e, per la stessa ragione, può pagare il personale non in base ai proventi, mal rispondenti ad un largo interesse del capitale impiegato, ma in proporzione del lavoro ed inspirato ai più larghi criteri di aiuto alle classi lavoratrici.

Or questo concetto dell'esercizio di Stato, quale io lo vagheggiavo (1) e che parevami difficile che l'Italia potesse raggiungere, parmi, invece, che prenda forma concreta.

L'ingente spesa votata per mettere in condizioni normali di potenzialità il nostro meccanismo ferroviario, la meravigliosa concordia di tutti nel sottrarlo ad ogni ingerenza politica, pur dando modo al ministro responsabile d'influire sul suo buon andamento ed al corpo legislativo la suprema ingerenza, sono tutti elementi che fanno bene sperare.

***

Relativamente alla organizzazione del servizio, a mio parere, la via giusta sarà indicata dall'esperienza.

Nessuno può pretendere di prevedere in modo preciso ed assoluto tutta l'organizzazione del complesso servizio ferroviario; nè l'esempio degli altri paesi può costituire altresì una norma assoluta; se possono esservi leggi assolute che regolano l'esercizio ferroviario, non ve ne ha per la organizzazione dei diversi servizi: questa non solo è collegata all'esercizio, alla conformazione del paese, alle abitudini ed alla natura del commercio, ma dipende in gran parte dalle attitudini e dall'indole del personale.

Un sistema che può riuscire felice in altri paesi, difficilmente può adattarsi in Italia, e viceversa. Da noi la prestazione dell'individuo è insuperata; nell'ultimo degli operai, nel breve lido dei suoi studi e della sua intelligenza, trovate sempre la traccia di uno spirito critico che vuol giudicare e discutere, anche quando occorre ubbidire e tacere. Tutto ciò è un bene ed un male; e la sapienza di chi deve

(1) Vedi opera citata, vol III. pag. 358

servirsene consiste appunto nel sapersi avvalere del bene ed evitare il male di questo carattere vivo e intelligente. Altrove, dove la disciplina è nel sangue, nelle abitudini, nell'educazione del popolo, l'individuo assume facilmente, docilmente e naturalmente la funzione di una modesta ruota di un grande meccanismo, e ciò dà un valore enorme a tutte le forze collettive che costituiscono organismi omogenei, compatti che hanno la regolarità e la sicurezza di una macchina.

Da noi, in generale, si deve far calcolo più sul valore individuale che su quello collettivo, e quindi più sul discentramento che sull'accentramento.

Il concetto dell'accentramento riesce pienamente efficace là dove costituito il meccanismo, si è sicuri che l'ordine impartito, anche di lontano, non perde il suo valore passando attraverso i diversi organi; ma non da noi dove codesti organi non sono generalmente così passivi come altrove.

Da noi il concetto del discentramento s'impone, perchè risponde ad un vivo bisogno in tutta la vita che dipende dai congegni tardi e complicati dello Stato: ma mentre astrattamente tale concetto è esatto, solo l'esperienza può dimostrare come e in qual guisa debba applicarsi.

Se non potremo pretendere di indovinare di getto la più adatta organizzazione, potremo sicuramente raggiungerla con l'esperienza quando non sarà impedita la necessaria, inevitabile e sapiente evoluzione, per la quale, pure prendendo le mosse da una forma non perfetta, si giunge sicuramente a quella che risponde alla maggiore perfezione.

Un meccanismo completo ed un razionale esercizio imporranno, naturalmente e senza sforzo, tutte quelle modificazioni che riusciranno a far sparire organismi disadatti, che ritardano il libero, agile e pronto servizio ferroviario; varranno a correggere e modificare i diversi servizi in modo che raggiungano quella perfezione e quel rapporto fra loro, da cui dipende il loro perfetto andamento.

Accadrà ciò che accadde in qualsiasi organismo vivente, cioè il ricambio naturale, l'adattamento delle diverse parti alle speciali funzioni cui sono addette.

Ed anche quando si sia raggiunta la maggiore perfezione, ciò non esclude il continuo, l'incessante adattamento ai progressi della tecnica e alle maggiori esigenze della vita del paese; il momento in cui l'organizzazione dei servizi incominciasse a cristalizzarsi, segnerebbe l'inizio del suo decadimento.

***

In quanto al personale, vi è stato un momento in cui si fecero all'esercizio di Stato, le più vive accuse.

Pareva a molti che quella simpatia creatasi fra il capo dell'esercizio e il personale, specialmente quello inferiore, rappresentasse una mancanza di disciplina e quindi un pericolo per la regolarità e sicurezza dell'esercizio.

Secondo il mio avviso, il pericolo dovrebbe ravvisarsi nel caso opposto, cioè nella tensione acuta fra Direzione e personale, quale si verificò durante gli ultimi anni dell'esercizio privato.

In quella tensione esisteva realmente il pericolo grave, mentre questa deferenza del personale inferiore verso il direttore generale è il vero e più grannde trionfo dell'esercizio di Stato, specialmente in momenti in cui la lotta fra chi ubbidiscie e chi comanda è così viva ed accanita.

Ciò dimostra che il Direttore generale dell'esercizio di Stato ha saputo elevarsi in un ambiente così alto e sereno, da conquistare tutta la fiducia del personale, cosa che potrà essere predicata, desiderata, ma che in realtà non si ottiene senza un cumolo di qualità, di attività e diremo anche di suprema bontà.

E su questo proposito è inutile illudersi; oggi le grandi masse non si dirigono più con la così detta disciplina fatta di cieca autorità e di prepotenza. In un esercizio ferroviario, dal quale dipendono non solo i più grandi interessi economici del paese, ma la stessa vita di migliaia di persone, occorre al certo una disciplina ferma e rigorosa, nel senso che a nessuno sia permesso di non eseguire scrupolosamente il proprio dovere e gli ordini ricevuti.

Ma oltre questa necessità, che non può essere messa in discussione, il personale deve essere considerato come il principale coadiutore della buona riuscita dell'esercizio, come parte nella mente che guida e anima il meccanismo ferroviario, e in conseguenza bisogna proporsi lo scopo di istruirlo, di migliorarne l'esistenza, elevarne la coscienza e renderla gagliarda e civilmente utile.

E ciò si ottiene con la più ampia libertà e con la più alta serenità, per modo che mentre ciascuno comprende i propri doveri, possa liberamente far valere i propri diritti contro le eventuali ingiustizie.

Senza dubbio questa disciplina, che si fonda sulla libertà e sulla ragione, porta con sè tutti gli inevitabili inconvenienti che derivano

da ogni innovazione che accompagna il progresso; potrà arrecare degli abusi, degli eccessi nell'interpretare la libertà stessa, nel valutare soltanto ed esageratamente i propri diritti e nel dimenticare e diminuire i corrispondenti doveri; ma, col tempo e con la maggiore educazione civile, tali abusi ed eccessi andranno sempre più diminuendo, per modo che anche il personale comprenderà che se la prepotenza è esclusa dai sistemi di disciplina, non può assumerla come arma di difesa dei suoi diritti.

Certo oggi noi osserviamo che il personale inferiore non sente il bisogno di ricorrere, come pel passato, ad influenze e protezioni estranee. Comprende che, meglio di qualunque azione esterna, trova nel proprio capo il più sicuro ed efficace difensore dei suoi diritti. E questo rappresenta per il paese un vantaggio, la cui importanza risulta grande ed evidente, sol che si pensi alle strane, incompatibili e pericolose abitudini ed attitudini che aveva preso il personale negli ultimi anni dell'esercizio privato.

* * *

Ma non bisogna dimenticare che i due grandi tarli che tendono a distruggere qualsiasi felice organizzazione di Stato, sono la posizione stabile dell'impiegato e la sicurezza di progredire, comunque si compia il proprio dovere.

Tutto ciò, e lo vediamo ogni giorno, toglie alla generalità degli impiegati dello Stato lo stimolo a far meglio, a farsi notare per lo zelo e la premura nel compiere il proprio dovere; si aggiunga la convinzione, ormai generale, che il merito, lo zelo valgono nulla, e la fortuna e la rapidità della carriera dipendono dalle protezioni di qualsiasi genere esse sieno, o sotterranee ed oblique, o di carattere politico; e si comprende come in tal guïsa lo Stato è servito.

Le rare fortunate eccezioni a questa costante tendenza, non infirmano la regola.

Ora l'influenza di codeste cause deleterie, distruttici della parte più viva ed efficace del lavoro umano, se è dannosa per i diversi servizi dello Stato, diventa gravissima per l'esercizio ferroviario,

Fino a che questa azione deleteria si esercita nei diversi servizi dello Stato, il paese ne subisce fatalmente il danno, come fosse sotto l'azione costante di un tenue veleno, che lentamente sfibra e uccide. Ma l'esercizio ferroviario, che tocca tutte le classi sociali, che interessa tutta la vita del paese, se non risponde completamente ed efficacemente al suo scopo, produce effetti disastrosi, immediati, tri-

stemente tangibili. Occorre che il personale abbia sempre e costantemente la necessaria energia, lo zelo e, dirò anche l'entusiasmo nell'adempiere le sue funzioni.

Il regolamento odierno fu fatto in un momento di eccessiva tensione, di soverchia paura, quando nel 1903 ferveva fiera la lotta con le Società esercenti.

Il personale volle garantirsi contro il pericolo delle protezioni e dei favoritismi: e quindi appena fu concesso che le promozioni per merito potessero estendersi ad un decimo deli agenti, dedotti quelli che hanno l'aumento d'organico e che hanno raggiunto il massimo dello stipendio.

Può calcolarsi che su centomila ferrovieri solo ben pochi possono essere promossi per merito.

In tal guisa, per evitare un pericolo probabile, si è caduti in un pericolo certo, che ogni stimolo per far qualche cosa di più oltre lo stretto dovere, è talmente attenuato da potersi considerare pressochè annullato.

Ed in coseguenza il nucleo del volonterosi, non solo non può aumentarsi, ma deve sempre assottigliarsi. Quando essi osservano che un lavoro più intenso, un maggior contributo di attività e di zelo non possono sempre ottenere il dovuto premio, date le colonne d'Ercole del regolamento, si risparmiano e non vanno olre il proprio stretto dovere.

Sorge quindi la necessità di contrapporre a queste cause deleterie altre che invece tendano ad elevare la coscienza del personale ferroviario.

Questo, che è in continua azione come in una perenne battaglia, può somigliarsi davvero, per importanza, per numero e per attività, ad un vero esercito in istato di guerra.

Quindi, come in battaglia è aperta la via agli atti di valore, e questi vengono onorati e compensati, così il personale ferroviario sia convenientemente onorato e premiato quando compia atti di valore, pei quali siano evitati danni e disastri.

E meglio ancora che in una battaglia, assai spesso l'atto eroico di uno degli infimi agenti ferroviari può rappresentare la salvezza di migliaia di uomini, può evitare un disastro immane.

Io non mi indugerò nei particolari; propongo solo che si istituiscano medaglie al valore ferroviario, di cui i meritevoli abbiano il diritto e il dovere di fregiarsi durante il servizio: si aggiungano all'onore vantaggi materiali e non irrisorî. E quando ciò siasi effettuato, quella massa di uomini, che oggi tende all'inerzia, si ani-

merà e vivrà innanzi all'onore ed all'interesse, che varranno a distruggere le cause deleterie che tengono a sfibrarla e sfiduciarla.

Come allorquando noi vediamo brillare sul petto del soldato una medaglia al valor militare, la nostra ammirazione non è turbata da quel dubbio che ci vince innanzi alle decorazioni civili, così il personale e il pubblico onoreranno i fregiati dalla medaglia del valore ferroviario e plaudiranno incondizionatamente ai vantaggi morali ed economici che ne sono la conseguenza.

Nè si dimentichi il personale di direzione: anche per esso occorre stabilire opportuni mezzi per stimolarne le alte energie.

Sulla soluzione dei principali problemi dell'esercizio ferroviario si aprano dei concorsi, acciò le menti più alte ed aperte abbiano modo di emergere.

Fra coloro si scelgano i migliori per creare un corpo direttivo, direi quasi uno stato maggiore dell'esercizio ferroviario e non si risparmino spese per inviarli a studiare all'estero le quistioni più importanti: una tale spesa rende più di quanto non si creda.

E sopratutto si preparino convenientemente nelle Università coloro che debbono un giorno guidare il nostro esercizio ferroviario, e non si pretenda che con i soli studi, di esclusivo carattere tecnico, si possano avere elementi adatti e convenientemente preparati a comprendere le alte e complesse ragioni che guidano l'esercizio ferroviario.

In tal guisa il personale ferroviario, così in alto, come in basso, sarà davvero un esercito dotto ed agguerrito che può assicurarci la vittoria nel campo della vita economica del paese, che è tanta parte di tutto il complesso problema da cui dipende il nostro avvenire, che tutti abbiamo il diritto di pretendere degno delle tradizioni del genio italiano e dei sacrifici che non invitta fede sostiene il nostro paese.

Signori, le proposte che io son venuto tracciando non pretendo che abbiano un valore per sè stesse; potranno adottarsi o meno, potranno modificarsi o dare origine ad altre, potranno anche scartarsi, quando ve ne siano migliori e più adatte.

Ciò che interessa è il pensiero che le anima, è la necessità di combattere l'empirismo, i pregiudizi, gli errori che hanno avvinto il nostro esercizio e di sostituirvi un pensiero scientifico che sappia interpretrare i bisogni del traffico, sappia adattarvi un meccanismo a cui la scienza non nega tutti i tesori di grandezza e d'arditezza.

In una parola, il mio pensiero è ispirato ad un'alta audacia, quella di tracciare le prime idee di una scienza dei trasporti, prime idee che potranno essere forse incerte, incomplete, ma che, vibranti di luce e di entusiasmo, ed uscendo dai confini delle mie modeste forze, potranno forse aprire al mondo scientifico un ampio ed inesplorato orizzonte.

E se in un giorno non lontano, questa scienza, che stasera ha potuto appena balbettare le sue prime parole, potrà aggiungersi alla corona che costella l'augusta fronte d'Italia, a voi, a voi soli ne spetterà ogni merito, poichè con la vostra autorità, col vostro prestigio, avete dato alla mia iniziativa, alla mia voce quella forza e quel valore, senza i quali non si giunge alla vittoria.

E chiudo le mie parole inneggiando a voi ed a questa gloriosa Milano, di cui voi e quanti ci sentiamo italiani, siamo giustamente fieri ed orgogliosi.

Ing. GIUSEPPE SPERA.

CALCOLO STATICO

DEL CAMINO DI UNA CALDAIA A VAPORE.

Non sarà forse inutile l'intrattenere i colleghi sopra di questo argomento interessante. Essendomi occorso di fare l'impianto di una caldaja a vapore in un paese del Trentino dovetti presentare alle Autorità copia del progetto corredato del calcolo statico del camino. Risultava da questo che il momento della forza del vento (kg. 100 per mq.) tendente a rovesciare il camino era di gran lunga minore al momento di stabilità e che la resistenza d'attrito d'una sezione sopra dell'altra era di gran lunga superiore all'azione del vento. Se non che mi si osservò che il calcolo era insufficiente, che si doveva dimostrare essere soddisfatte le condizioni imposte dal Regolamento vigente circa gli sforzi di compressione e di trazione in una sezione del camino. Peraltro si eseguì il sopraluogo, pure regolamentare, ed essendosi in questo rilevato che il camino alto met. 24 veniva ad esser protetto contro l'azione del vento dal fabbricato dell'opificio alto metri 16, si passò sopra con correntezza degna d'imitazione e si approvò il mio progetto. Io però volli informarmi del Regolamento vigente nell'Impero Austro-Ungarico e ne rilevai i seguenti dati:

Spinta del vento = Kg. 150 per mq. della sezione verticale del camino lungo la diagonale, se la sezione orizzontale è rettangolare, ovvero della sezione verticale moltiplicata per 0,69 se la sezione orizzontale è circolare.

Sforzo di trazione non maggiore di kil. 1,20 per cmq. per altezza di camino non maggiore di metri 30. Per camini più alti diminuire i detto sforzo di Kg. 0,05 per ogni metro di maggiore altezza.

Nell'ultimo strato della fondazione non devono esistere sforzi di trazione.

Sforzo di compressione 8 Kg. per cmq. per costruzione con mattoni ordinarii; 12 Kg. per costruzione con mattoni cuneiformif atti a macchina.

Pressione che si può adottare per la fondazione :

Se il sottosuolo è di sabbia . . . Kg. 1,50
Se il sottosuolo è di ghiaja e sabbia di poco spessore . » 2,50
Se il sottosuola è di ghiaia e sabbia in strato grosso . » 3,50
sempre per cmq.

La struttura è da farsi esclusivamente in mattoni forti con malta di:

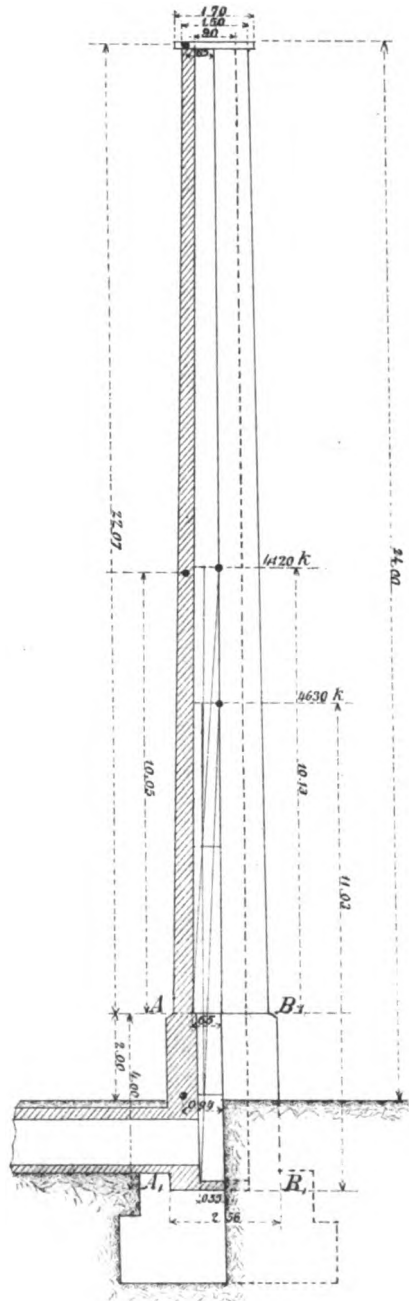
1 parte in volume di cemento Portland
4 parti in volume di calce dolce
10 parti in volume di sabbia viva.

Se invece della calce dolce si impiega calce idraulica basta la metà del cemento.

Il calcolo degli sforzi è da farsi colla seguente formola:

$$K = \frac{P}{A} \pm \frac{P\,e}{W}$$

nella quale:

K = sforzo di pressione o di trazione per cmq.
P = componente dovuta al peso.
A = Sezione in cmq.
e = distanza della risultante dall'asse nella sezione che si considera.

$W = \frac{I}{Z} = \frac{(D^4 - d^4)\,\pi}{32\,D}$ essendo D e d i diametri interno ed esterno della sezione che si considera.

Essendo $W = A\,\frac{D^2 + d^2}{8\,D}$ ne viene che:

$$K = \frac{P}{A}\left(1 \pm \frac{8\,D\,e}{D^2 + d^2}\right).$$

La formola è quella occorrente per la calcolazione della resistenza composta di un solido soggetto a sforzi di compressione e di trazione. Pe infatti è un momento flettente. Osservo che i termini del rapporto $\frac{8\,D\,e}{D^2 + d^2}$ sono dello stesso ordine, e che quindi il rapporto è indipendente dall'unità di misura presa pei diametri.

Facciamo l'applicazione. Veggasi la sezione verticale progettata conformemente alle indicazioni date dalla Ditta F.lli Sulzer di Winterthur, costrutrice della caldaia a vapore. Determiniamo gli sforzi nelle sezioni orizzontali A B e A_1 B_1.

Spinta dal vento:

Sezione della copertina .	m. 1, 70 × m. 0, 15 =	mq, 0, 25
» del tronco-cono	$\frac{1,50 + 2,22}{2} \times 22 =$	» 40, 92
		mq. 41, 17
Sezione della base cilindrica	2, 56 × 2, 00 =	» 5, 12
		mq. 46, 29

La spinta è:

per la parte superiore alla A B = 41, 17 × 0, 67 × 150 = 4120 Kg.
» » » alla A_1 B_1 = 46, 29 × 0. 67 × 150 = 4630 »

Ora troviamo il baricentro della parte insistente sulla A B ed il baricentro dell'intero insistente sulla A_1 B_1. Costruendo poi i parallelogrammi delle forze avremo la direzione della risultante nell'uno e nell'altro caso, ed avremo così graficamente le distanze e ed e_1.

Prendo a considerare la figura di rivoluzione generatrice del volume del camino. Segno il baricentro del rettangolo generatore della copertina, segno il baricentro del trapezio generatore del tronco-cono. Segno il baricentro del rettangolo generatore del basamento.

Le aree delle dette figure sono come segue:

rettangolo di sommità $0,40 \times 0,15$	= mq.	0,06
trapezio $\frac{0,30 + 0,46}{2} \times 22$	= »	8,36
	mq.	8,42
rettangolo della base $0,68 \times 4,00$	= »	2,72
	mq.	11,14

Le distanze dei baricentri delle suddette figure elementari dall'asse di rivoluzione sono come segue:

pel rettangolo di sommità . . . . m. 0,65
pel trapezio . . . . » 0,75
pel rettangolo della base . . . . » 0,94

La distanza del baricentro della parte insistente sulla A B, ossia il raggio della periferia descritta dal baricentro della suddetta parte sarà:

$$r = \frac{0,06 \times 0,65 + 8,36 \times 0,75}{8,24} = \text{m. } 0,749.$$

E il raggio della periferia descritta dal baricentro dell'intero insistente sulla A_1 B_1 sarà:

$$r_1 = \frac{0,06 \times 0,65 + 8,36 \times 0,75 + 2,72 \times 0,94}{11,14} = \text{m. } 0,796$$

Secondo il teorema di Goldino il volume generato sarà nel primo caso:

$2\,\pi \times 0,749 \times 8,42$ . . . . . . = mc. 39 658

e nel secondo caso:

$2\,\pi \times 0,796 \times 11,14$ . . . . . . = » 55 644

Il peso P sarà nel primo caso:

$39,658 \times 1600$ . . . . = Kg. 63 450

e nel secondo caso:

$55,644 \times 1600$ . . . . = Kg. 89 000

Il baricentro nel primo caso sarà all'altezza sopra A B dato da:

$$x = \frac{0,06 \times 22,07 + 8,36 \times 10,05}{8,42} = \text{m. } 10,13$$

Il baricentro nel secondo caso sarà all'altezza sopra $A_1 B_1$ dato da:

$$x_1 = \frac{0,06 \times 26,07 + 8,36 \times 14,05 + 2,72 \times 2,00}{11,14} = \text{m. } 11,03.$$

Costrutto il parallelogrammo delle forze pei due casi si trovano graficamente:

$$e = 0,65$$

$$e_1 = 0,55$$

Nel primo caso si hanno:

$D = 2,22 \qquad d = 1,29$

$D^2 = 4,9284 \qquad d^2 = 1,6641 \qquad D^2 + d^2 = 6,5925$

$A = 3,87 - 1,31 = \text{mq. } 2,56 = \text{cmq. } 25\,600$

$$K = \frac{63450}{25600}\left(1 \pm \frac{8 \times 2,22 \times 0,65}{6,59}\right) =$$

2,47 (1 ± 1,77) = 2,47 ± 4,40 = 6,87 Kg. sforzo di compress. p. cmq.
ovvero = − 1,93 » » di trazione » »

Nel seconno caso si hanno:

$D = 2,56 \qquad d = 1,20$

$D^2 = 6,5536 \qquad d^2 = 1,44 \qquad D^2 + d^2 = 7,9939$

$A = 5,1475 - 1,1310 = \text{mq. } 4,0165 = \text{cmq. } 40165$

$$K = \frac{89000}{40165}\left(1 \pm \frac{8 \times 2,56 \times 0,55}{7,9936}\right)$$

2,22 (1 ± 1,47) = 2,22 ± 3,30 = 5,52 sforzo di compressione p. cmq.
= − 1,08 sforzo di trazione per cmq.

Osservo che gli sforzi di trazione sono alquanto superiori a quanto assegnato dal Regolamento. Però kg. 1,93 è $^1/_5$ circa del carico di rottura. È uno sforzo che dovrebbe ancora essere ammissibile per la straordinarietà della pressione di Kg. 150 p. mq. dovuta al vento.

Appoggio il mio parere al riflesso che le dimensioni assegnate dalla Casa Sulzer hanno la sanzione della pratica.

Ing. GIUSEPPE DUBINI.

SULLA CALCOLAZIONE DELLE VITI

PER LE SCATOLE A STOPPA.

Memoria dell'Ing. CELESTE MALAVASI

I costruttori ed i trattatisti non sono pienamente conconcordi nell'assegnare o nel calcolare il diametro delle viti che servono a serrare il premistoppa per stipare la guarnizione onde ottenere l'ermeticità. Noi baseremo il calcolo su alcuni concetti, che se non sono rigorosamente esatti, rispondono però ottimamente alle pratiche esigenze.

Distingueremo due casi.

1.° Scatole a stoppa per alberi, i quali hanno solo un movimento di rotazione, ma non un moto di traslazione secondo il loro asse. Le scatole a stoppa per gli alberi delle turbine, delle pompe centrifughe sono da comprendersi in questo caso.

2.° Scatole a stoppa per gli steli od aste di stantuffi, o per stantuffi tuffanti, i quali hanno un moto di traslazione alternato secondo l'asse loro. Sono da annoverarsi in questo caso le scatole a stoppa per le aste degli stantuffi (o degli stantuffi stessi) di pompe, di compressori, di motrici a vapore, ecc.

Siano:

d diametro dell'albero o dell'asta, in cm,
d_1 diametro interno della scatola a stoppa, in cm,
$s = \frac{1}{2}(d_1 - d)$ spessore della guarnizione, in cm,
h altezza effettiva della guarnizione in cm,
δ diametro esterno delle viti, in cm (oppure in pollici inglesi),
δ_1 diametro interno o del nocciolo delle viti, in cm,
i numero delle viti del premistoppa,
k_e coefficiente di sforzo specifico o di sicurezza alla tensione per il materiale di cui sono costituite le viti, in kg/cm²,
p pressione interna del fluido da contenere, e per cui la sca-

tola a stoppa deve presentare una tenuta ermetica, agente nel piano *b b* del fondo della scatola (fig. 1), sulla superficie annulare

$\frac{1}{4} \pi (d_1^2 - d^2)$, in atmosfere o kg/cm^2,

p_1 pressione specifica con cui il premistoppa, a mezzo delle viti, comprime la guarnizione nel piano *a a*, sulla superficie annulare $\frac{1}{4} \pi (d_1^2 - d^2)$, in kg/cm^2,

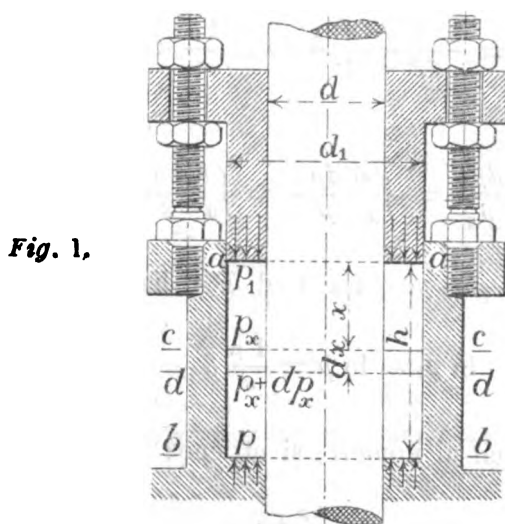
p_x pressione specifica in un piano qualunque *c c* parallelo ai precedenti e distante di x del piano *a a* della base del premistoppa, in kg/cm^2,

$p_x + dp_x$ pressione specifica nel piano *d d* distante di dx dal piano *c c*, in kg/cm^2.

μ coefficiente di attrito fra guarnizione ed albero od asta e fra guarnizione e parete interna cilindrica della scatola, che riterremo liscia come quella dell' asta o dell' albero.

e base dei (logaritmi naturali) $= 2,72$

Supporremo in entrambi i casi che la guarnizione sia perfettamente omogenea e che le sue fibbre presentino una plasticità elastica.

Fig. 1.

1.° Caso, e cioè di una scatola a stoppa per un albero. Dopo introdotta la guarnizione, essa viene stipata sotto l' azione del premistoppa, che la comprime man mano che esso procredisce nel suo avanzamento: vediamo con qual legge la pressione dal piano *a a* della base del premistoppa venga trasmessa fino al piano *b b* del fondo della scatola: le fibbre della guarnizione subiscono una contrazione e quindi uno spostamento o traslazione, che man mano va

diminuendo da $a\,a$ verso $b\,b$, spostamento che deve vincere l'attrito tanto fra guarnizione ed albero, quanto fra essa e la parete cilindrica interna della scatola; la differenza di pressione fra le due superfici annulari dei piani $c\,c$ e $d\,d$, distanti fra loro di $d\,x$, sarà espressa da:

$$\frac{\pi}{4}\,(d_1^2 - d^2)\,dp_x$$

la quale deve eguagliare la perdita di pressione che nasce per vincere la resistenza di attrito nella superficie $\pi\,d\,dx$ fra albero e guarnizione e della superficie $\pi\,d_1\,dx$ fra guarnizione e parete interna della scatola, quindi atteso che la pressione p_x decresce da $a\,a$ verso $b\,b$, ossia col crescere di x, avremo:

$$-\frac{\pi}{4}\,(d_1^2 - d^2)\,dp_x = \pi\,(d_1 + d)\,p_x\,\mu\,dx,$$

assia

$$-\frac{dp_x}{p_x} = \frac{4\,(d_1 + d)\,\mu}{d_1^2 - d^2}\,dx = \frac{4\,\mu}{s}\,dx$$

quindi:

$$\int_{p_1}^{p} -\frac{dp_x}{p_x} = \int_{p}^{p_1} \frac{dp_x}{p_x} = \int_0^h \frac{4\,\mu}{s}\,dx$$

integrando fra i limiti p e p_1 e fra 0 ed h, si ha:

$$\ln p_1 - \ln p = \frac{4\,\mu}{s}\,h$$

e passando dai logaritmi ai numeri, si ottiene:

$$p_1 = p e^{\frac{4\,\mu}{s}\,h}$$

Per guarnizioni nuove possiamo ritenere $h = 5\,s \div 6\,s$, in media $h = 5,5\,s$, e in tal caso ritenuto $\mu = 0,05$, si ha:

$$p_1 = p\,2,72^{1,1} = \backsim 3\,p$$

per guarnizioni da tempo in opera l'altezza h va man mano dimi-

nuendo, nel mentre cresce il coefficiente d'attrito μ; si può ritenere che μ cresca inversamente ad h, ossia che il prodotto $\mu\, h$ rimanga costante, così quando h si sarà ridotto al minimo ad $^1/_5$ del suo valore iniziale, il coefficiente di attrito può raggiungere fino un valore $\mu = 0,25$, talchè risulta ancora:

$$p_1 = 3\, p.$$

Osserviamo però che questa condizione di cose è transitoria, non verificandosi altro che durante il tempo in cui avviene l'avanzamento del premistoppa, giacchè in seguito nella guarnizione subentra un adattamento e la pressione in seno di essa tende ad uniformarsi, quindi la pressione p_1 tende a diminuire dal suo valore iniziale, e per ciò in questo caso possiamo ritenere che il valore $p_1 = 3\, p$ così ottenuto sia il massimo, col quale si dovranno calcolare le viti, colle norme che indicheremo più avanti.

2.° Caso e cioè di una scatola a stoppa per l'asta di uno stantuffo o per uno stantuffo tuffante. Introdotta e stipata la guarnizione come nel 1.° caso, ci troveremo nelle stesse condizioni fin tanto che l'asta rimanga in riposo, ma non appena essa viene animata dal suo moto alternato, le condizioni iniziali mutano completamente; l'asta tende per l'attrito, che si sviluppa fra essa e la guarnizione, a trascinare quest'ultima nel senso del proprio movivimento. Ammettiamo ancora che la guarnizione sia perfettamente elastica omogenea e plastica e prendiamo in esame il caso più sfavorevole, nel quale le viti vengono maggiormente sollecitate, e cioè quando l'asta pel suo moto tende a trascinare la guarnizione contro il premistoppa, in tal caso rappresenti p_x la pressione specifica media in un piano qualunque $c\, c$ e indichiamo con dp_x l'incremento di detta pressione, e conservando ancora le stesse notazioni come al caso precedente, si avrà, che la differenza di pressione fra i piani $c\, c$ e $d\, d$, distanti fra loro di dx, sarà ancora espressa da

$$\frac{\pi}{4}\,(d_1^2 - d^2)\, dp_x$$

che deve eguagliare lo sforzo di trazione prodotto dal moto dell'asta e dall'attrito nella superficie $\pi\, d\, dx$ (e non come al caso precedente nelle superfici $\pi\, (d + d_1)\, dx$, perchè la guarnizione rispetto alla parete della scatola non ha, durante il moto dell'asta nessun spostamento relativo) e avuto riguardo che quando l'asta si muove verso il premistoppa la pressione in seno della guarni-

zione aumenta da $b\,b$ verso $a\,a$, ossia col diminuire di x, dovrà ossere:

$$-\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d^2)\,dp_x = \pi\,d\,\mu\,p_x\,dx,$$

da cui

$$-\frac{dp_x}{p_x} = \frac{4\,d\,\mu}{d_1^2 - d^2}\,dx,$$

quindi:

$$\int_{p_1}^{p} -\frac{dp_x}{p_x} = \int_{p}^{p_1} \frac{dp_x}{p_x} = \int_0^{h_1} \frac{4\,d\,\mu}{d_1^2 - d^2}\,dx,$$

integrando si ottiene;

$$\ln\frac{p_1}{p} = \frac{4\,d\,\mu}{d_1^2 - d^2}\,h;$$

poniamo $d_1 = m\,d$ e passando dai logaritmi ai numeri, abbiamo:

$$p_1 = p\,e^{\frac{4\,\mu}{(m^2-1)}h}$$

in media, per le ordinarie scatole a stoppa (1), vedi anche tabella in fine, possiamo ritenere:

$$h = d_1 = m\,d; \quad \text{ed} \quad m = 1,6,$$

e con ciò risulta:

$$p_1 = p\,e^{4\mu} = p\,2,72^{4\mu};$$

i valori di $e^{4\mu}$ risultano rispettivamente come segue:

$$\mu = 0,05 - 0,10 - 0,15 - 0,20 - 0,25 - 0,27$$
$$e^{4\mu} = 1,{}^1/_4 - 1\,{}^1/_2 - 1\,{}^4/_5 - 2\,{}^1/_4 - 2\,{}^3/_4 - 3$$

Eccettuato che in casi speciali, come nelle presse idrauliche, in cui per la accurata e costante lubrificazione si può ritenere $\mu = 0,05$ ed a cui corrisponde $p_1 = {}^5/_4\,p$, e per grandi stantuffi tuffanti di

(1) Normalmente si assume:

$$s = \frac{2}{3}\sqrt{d} \div \frac{3}{4}\sqrt{d}\ \text{cm}.$$

pompe pei quali $\mu = 0,10$ e per cui risulta $p_1 = {}^3/_2\, p$, in generale per le ordinarie scatole a stoppa conviene ritenere il caso più sfavorevole e cioè $\mu = 0,27$, a cui corrisponde $p_1 = 3\,p$, quindi nei casi ordinari si calcolerà il diametro delle viti colla:

$$\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d^2)\,3\,p = k_e\, i\, \frac{\pi}{4}\,\delta_1^2.$$

Se si vuol calcolare addirittura il diametro esterno δ delle viti, si ha:

$$k_e\, i\, \frac{\pi}{4}\,\delta_1^2 = k_e\, i\, \frac{\pi}{4}\left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^2 \delta^2 = k\, i\, \delta^2$$

ove:

$$k = k_e \frac{\pi}{4}\left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^2,$$

il rapporto $\left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^2$ risulta come segue:

Per viti sistema Whitworth.

$d =$	$^1/_2$	$^5/_8$	1	1 $^5/_8$	poll.ci
$d =$	12,7	15,9	25,4	41,3	mm.
$\left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^2 =$	0,62	0,66	0,70	0,71	

Per viti sistema internaz. S. I.

$d =$	12	16	24	42	mm.
$\left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^2 =$	0,63	0,68	0,68	0,72	

ritenuto per tutti i casi $\left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^2 = 0,64$ e per $\delta > 1,2$ cm risulta:

$$k = {}^1/_2\, k_e\,,$$

quindi calcoleremo il diametro δ delle viti colla:

$$\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d^2)\,3\,p = k\, i\, \delta^2$$

Per il ferro e per viti accuratamente lavorate al tornio o con macchine speciali si può assumere $k_e = 600$ kg/cm^2 ossia $k = 300$, se δ è espressso in cm; se invece δ è espresso in pollici $k = 2000$.

Per le viti ordinarie di lavorazione non molto accurata si terrà $^4/_5$ dei valori precedenti. Per le viti in acciaio invece potranno esser aumentati da 1 $^1/_2$ a 2 volte.

Dobbiamo però qui prendere in considerazione due cause, per le quali, nelle ordinarie condizioni, dovremo assumere valori pei coefficienti di sicurezza assai minori di quelli ora assegnati. Se il premistoppa nel suo avanzamento a mezzo delle viti viene ad assumere una positura inclinata, anche di ben poco, rispetto all'asse dello stelo e quindi rispetto anche all'asse delle viti, allora gli esagoni o i dadi delle viti stesse non appoggiano più con tutta la loro base sulla flangia del premistoppa, ma solo lateralmente e quindi le viti vengono così sollecitate da una forza che non agisce più secondo l'asse delle viti, ma risulterà eccentrica ossia spostata di una distanza x rispetto all'asse stesso; indichiamo con P la forza che sollecita così una vite, allora questa oltrechè dallo sforzo specifico $\sigma = P : \frac{\pi}{4}\delta^2$, dovuto alla sola tensione, è soggetta anche ad un momento flettente Px e siccome $\frac{\pi}{32}\delta^3$ è il momento resiste della vite, lo sforzo specifico totale di tensione σ_1 sarà espresso da:

$$\sigma_1 = \frac{P}{\frac{\pi}{4}\delta^2} + \frac{Px}{\frac{\pi}{32}\delta^3},$$

da ciò risulta:

$$\text{per } x = {}^1/_8\,\delta, \qquad \sigma_1 = 2\,\sigma,$$
$$\text{»} \quad x = {}^1/_4\,\delta, \qquad \sigma_1 = 3\,\sigma,$$

in tali condizioni la vite subirebbe una sollecitazione rispettivamente doppia o tripla di quella prodotta per la sola tensione.

Per importanti e grandi scatole a stoppa, onde oviare a tale inconveniente, si muniscono di speciali dispositivi coi quali si può conseguire l'avanzamento parallelo del premistoppa, come indicano le fig. 2 e 3, e coi quali si ottiene contemporaneamente di far girare e di un medesimo angolo tutte le viti. Per piccole scatole a stoppa, ossia per piccoli d, si impiega spesso il dispositivo indicato dalla fig. 6.

Dobbiamo inoltre considerare che per le ordinarie scatole a stoppa, e specialmente per quelle delle motrici a vapore, in cui si ha spesso occasione di girare gli esagoni o dadi delle viti, è necessario, per conseguire una lunga durata ed una conservazione di buon stato dei filetti delle viti, che la pressione specifica nei filetti stessi ossia fra vite e madrevite sia piccola, e cioè assai inferiore di quella che

si assume o che risulta per le viti di collegamento, ossia per le viti che servono per giunzioni fisse.

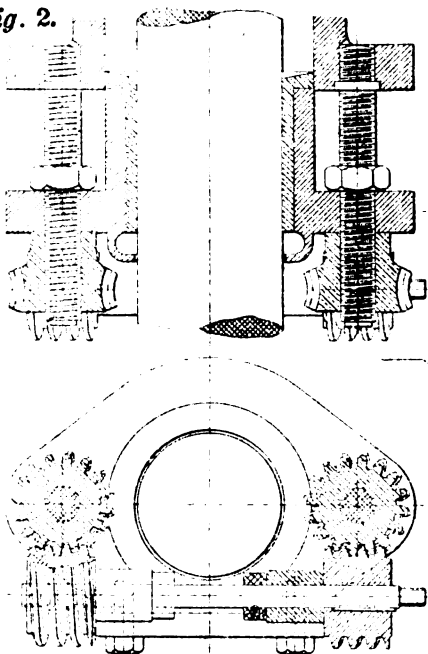
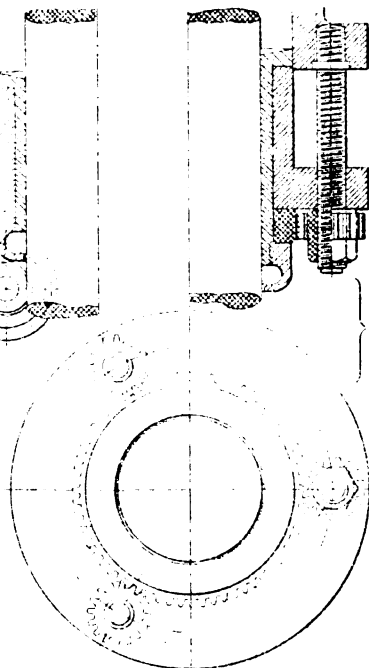



Fig. 2. *Fig.* 3.

Per queste considerazioni, nei casi normali ordinari assumeremo per k da $^1/_2$ a $^2/_3$ dei valori dati e quindi per viti di ferro di accurata lavorazione:

$$k = 150 \div 200 \text{ se } \delta \text{ è espresso in cm,}$$
$$k = 1000 \div 1300 \text{ se } \delta \text{ è espresso in pollici;}$$

per viti di lavorazione andante o mediocre si assumeranno $^4/_5$ dei minori valori di k.

Se poi per le ordinarie scatole a stoppa riteniamo come valore medio $d_1 = \backsim 1,5\, d$, allora abbiamo:

$$\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d^2)\, 3\, p = 3\, p\, d^2 = k\, i\, \delta^2;$$

per proteggere le viti di piccolo diametro e dovendo di regola assumere δ non $<$ $^3/_8$ di pollice, aggiungeremo al valore di δ, che si ricava dall'ultima relazione, una costante $C = \backsim {}^1/_4$ di pollice ossia di $\backsim 6$ mm., e con ciò otteniamo:

$$\delta = d\sqrt{\frac{3\,p}{k\,i}} + C.$$

Per $p = 8 \div 12$ atm. e per $k = 150 \div 200$, si ha:

per $i = 2$, $\delta = {}^1/_4\, d + 6 \div {}^1/_3\, d + 6$
per $i = 3$, $\delta = {}^1/_5\, d + 6 \div {}^1/_4\, d + 6$

Relazioni assai semplici e che rispondono soddisfacentemente nei casi ordinari della pratica, e colle quali si ottengono per δ le dimensioni adottate dai migliori costruttori.

In tutti i casi e con qualsiasi delle formole precedenti si calcoli δ si assumerà pei piccoli p un valore minimo di almeno $p = 3$.

Per scatole a stoppa di apparati idraulici ad altissime pressioni munite di viti di acciaio, le formole ultime non sono applicabili, e si calcolerà δ ed i colla:

$$\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d^2)\frac{5}{4}p = k\,\delta^2\, i$$

e per gli stantuffi tuffanti di grosse pompe colla:

$$\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d^2)\frac{3}{2}p = k\,\delta^2\, i$$

$k = 220 \div 280$ se δ è espreso in cm.,
$k = 1400 \div 1800$ se δ è espresso in pollici.

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

SCATOLE A STOPPA NORMALI

tipo fig. 5, (Dimensione in mm.; δ in pollici (1).

d	d_1	e	h	h_1	h_2	s_1	s_2	s_3	i	δ	V	B
10	26	3	36	15	38	8	12	10	2	$^3/_8$	56	82
15	35	3	45	20	46	10	14	12	2	$^7/_{16}$	68	98
20	42	3	52	25	54	11	16	14	2	$^1/_2$	78	110
25	50	4	58	29	60	12	18	16	2	$^1/_2$	85	118
30	58	4	64	34	66	14	20	18	2	$^5/_8$	100	135
35	65	4	70	33	72	15	21	19	2	$^5/_8$	106	142
40	72	5	74	42	76	16	22	20	2	$^5/_8$	114	150
45	80	5	80	46	82	17	24	21	2	$^3/_4$	128	170
50	86	5	86	50	87	18	25	22	2	$^3/_4$	134	176
55	92	6	92	55	92	19	26	23	2	$^3/_4$	140	182
60	100	6	100	60	100	20	27	24	2	$^7/_8$	154	204
65	105	6	105	65	105	20	28	25	3	$^7/_8$	160	210
70	112	6	110	70	108	21	29	26	3	$^7/_8$	166	216
75	120	7	120	75	118	22	30	27	3	1	180	236
80	126	7	125	80	122	23	32	28	3	1	186	242
90	138	8	135	90	130	24	34	29	3	1	198	254
100	150	8	150	100	143	25	36	30	3	1 $^1/_8$	216	280
110	162	9	160	108	150	26	38	32	3	1 $^1/_8$	228	292
120	174	9	170	116	160	27	40	34	4	1 $^1/_8$	240	304
130	186	10	180	124	170	28	42	36	4	1 $^1/_4$	256	326
140	200	11	190	132	180	29	44	38	4	1 $^1/_4$	270	340
150	212	11	200	140	190	30	46	40	4	1 $^3/_8$	288	364
160	224	12	210	148	200	31	48	42	4	1 $^3/_8$	300	376
180	248	13	225	164	215	33	50	44	4	1 $^1/_2$	330	412
200	270	14	240	180	236	35	52	46	4	1 $^3/_4$	365	460

(1) *Dal Vademecum per l'Ingegnere Costruttore-Meccanico* dell'Autore — Edizione 1908, pag. 505, Ulrico Hoepli, Milano.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il ponte in cemento armato di Pyrimont (1). — La mancanza di comunicazioni attraverso il Rodano nel tratto di fiume fra Seyssel e Bellegarde per una lunghezza di circa 18 Km., richiese fin dal 1885 uno studio di massima per un ponte da costruirsi di fronte alla stazione di Pyrimont sulla linea Culoz-Ginevra.

Già da uno studio di massima si potè rendersi conto dell'importanza dell'opera, in quanto il ponte veniva ad avere una lunghezza di 200 metri ed un'altezza sul pelo d'acqua di 31 metri, in un punto del fiume dove la corrente è molto rapida e la natura del letto poco adatta per le fondazioni dei piloni.

D'altra parte non si raccordavano col ponte che strade di secondaria importanza, tantochè l'opera avrebbe servito esclusivamente pel traffico locale; ne veniva conseguentemente di dover ridurre al minimo la spesa di un'opera che presentava costruttivamente parlando notevole importanza.

Studi preliminari di massima diedero come risultato che la soluzione più vantaggiosa del problema si doveva ricercare in una struttura a ponte sospeso, pur tuttavia si stabilì di far concorrere anche alcuni noti costruttori in cemento armato.

Fra i molti progetti presentati per ponti in ferro, ponti sospesi ecc., la Commissione aggiudicatrice del concorso scelse il progetto dell'Ing. Mollins della ditta Hennebique che offrendo tutte le garanzie imposte permetteva di realizzare una notevole economia sui preventivi di spesa presentati.

In contratto si garantiva la costruzione dell'opera secondo le norme di un capitolato, al prezzo a forfait di 180 000 franchi; alla liquidazione questa cifra aumentò a 212 000 fr. circa in seguito a lavori supplementari non contemplati nel preventivo di contratto, quali le camere da mina nelle pile del ponte, imposte dal genio militare, difficoltà eccezionali nei lavori di fondazione delle pile particolarmente per quella di mezzo con fondazione che si spinse fino a 10 metri di profondità contro i 4 metri preventivati.

La spesa venne coperta in parte dallo Stato con sovvenzioni normali e straordinarie, in parte dai due dipartimenti dell'Ain e dell'Haute Savoie ed in parte anche dai Comuni interessati.

Il progetto proposto dalla ditta Hennebique rispondeva meglio di tutti gli altri alla configurazione naturale dei luoghi; il fiume Rodano scorre nella località scelta per il ponte tra roccie a picco, costituite da calcare duro sulle sponde dell'Ain e da una collina con fianchi inclinati di 30° dal

(1) *Annales des Ponts e Chaussées.*

Fig. 1.

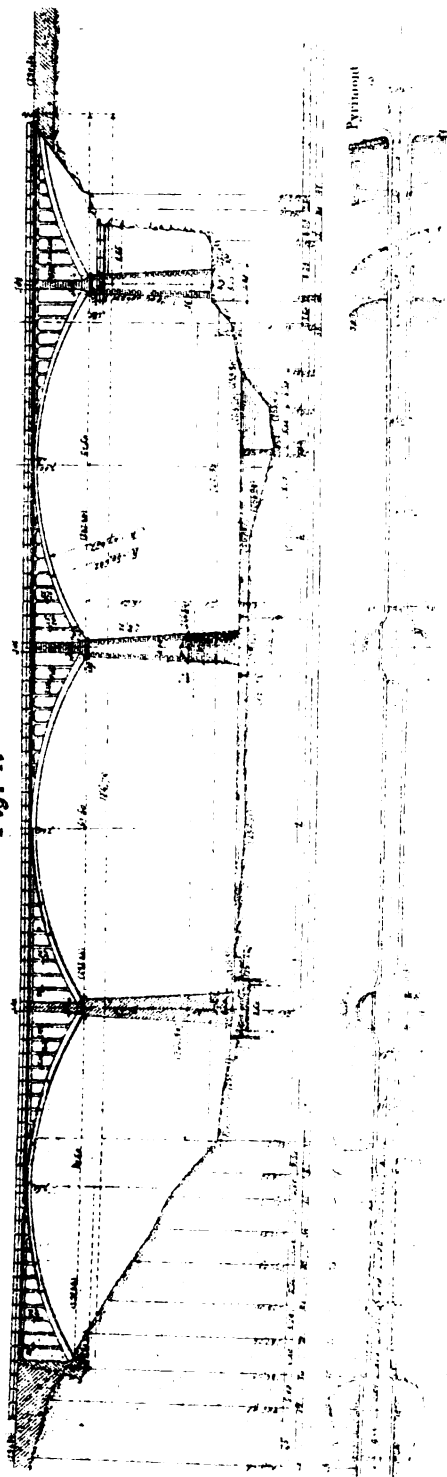
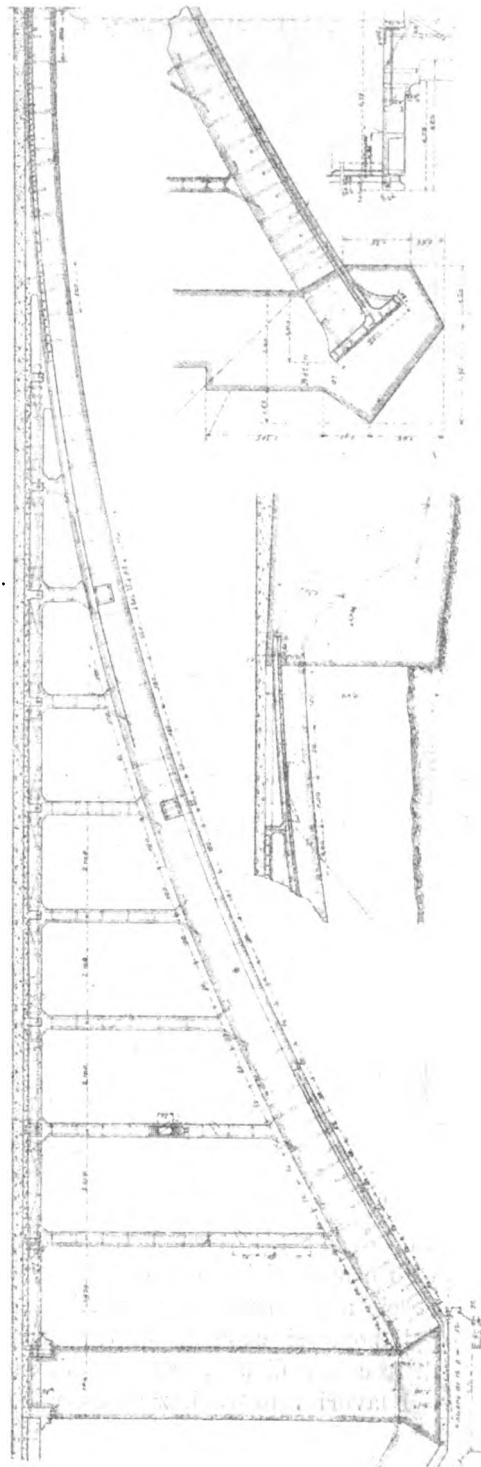
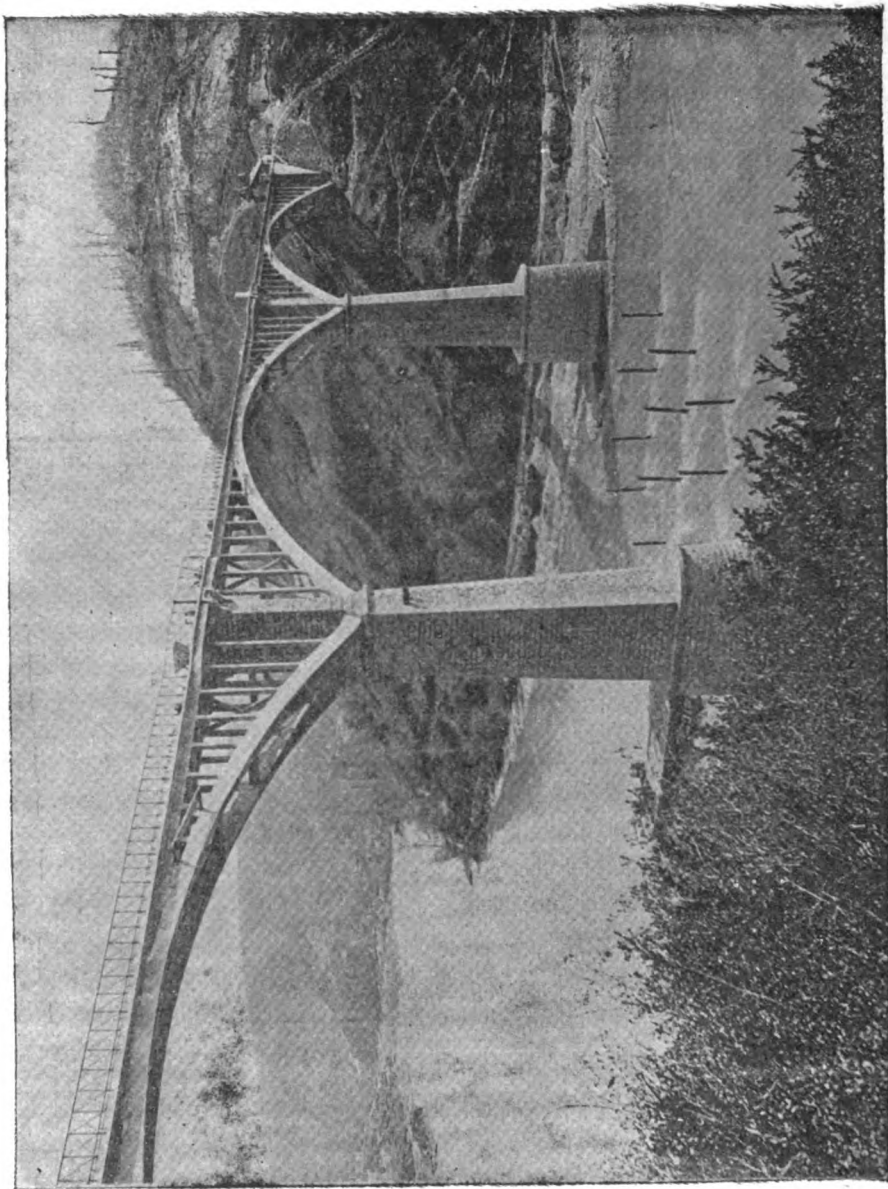



Fig. 2.

lato della Savoia, configurazione questa che si prolungava anche sotto il pelo d'acqua del fiume, con un massimo di profondità d'acqua contro le roccie a picco sulla sponda Ain.

Il ponte si compone di tre archi di 51,50 metri di luce e 7,60 metri di freccia e di un mezzo arco di raccordo colla sponda di destra del fiume.

I lavori vennero iniziati colla costruzione della pila n. 1 che non pre-

sentava difficoltà speciali; tuttavia dato lo spessore dello strato di ghiaia del letto del fiume, si spinsero le fondazioni ad una certa profondità e si procedette ad un ulteriore costipamento del terreno rafforzandolo con una griglia costruita con rotaie.

Uno scalzamento di questo pilone si poteva escludere in ogni modo a priori in quanto si potrà stabilire che la corrente d'acqua viene spinta inevitabilmente contro la parete a picco della sponda dell'Ain.

Solo nell'ottobre 1905 si potè iniziare la costruzione della pila n.° 2, in quanto il tempo sfavorevole e le acque ingrossate del fiume rendevano difficili i lavori per l'immersione del cassone pneumatico.

Per rompere la corrente nel punto d'immersione del cassone si costruì una palizzata con pali in legno ed assoni; i lavori di scavo vennero spinti fino a 10 metri sotto il pelo d'acqua di magra ed a questa profondità si iniettarono nello strato di ghiaia 3000 Kg. di cemento liquido con che si rendeva più compatto il letto di fondazione.

Per la costruzione delle pile si impiegò muratura di pietrame in quanto interessava di avere durante la costruzione il maggior peso possibile da contrapporre alla violenza della corrente d'acqua del fiume.

Le centinature degli archi di 51,50 m. di luce ed un'altezza in chiave di 31 metri sul pelo d'acqua di magra presentò qualche difficoltà; si seguirono due tipi diversi di costruzione; per l'arco d'attraversamento del filone d'acqua profondo, la centinatura veniva a poggiare su due soli montanti a traliccio in legno che suddividevano l'arco in tre parti.

Delle osservazioni fatte in periodo di relativa piena e con vento molto forte, diedero come massima ampiezza di oscillazione della centinatura soli 5 mm. Nella massima parte della centinatura, il legno non lavorava a più di 30 Kg-cmq, sia per la leggerezza inerente alla costruzione, come anche per il fatto che la centina cessa dal lavorare appena ultimati i lavori di gettata dall'arco in quanto la presa del cemento è molto più rapida che non quella della calce nelle comuni costruzioui in muratura.

Dal calcolo degli archi come continui ed incastrati, trascurando l'azione di rinforzo della platea superiore, si ottennero le seguenti sezioni: 1 metro per 0,40 all'appoggio e $0,60 \times 0,40$ in chiave con una freccia di 7,60 m. ossia 1 : 7; i due archi sono collegati tra loro da un controvento costituito da una soletta di 0,15 m. di spessore.

Contrariamente a quanto si fece nel ponte di Chatelleranlt dove la soletta di controvento è disposta esclusivamente all'estradosso, nel caso che ci interessa questa venne disposta all'intradosso all'appoggio dell'arco e all'estradosso in chiave.

I calcoli vennero eseguiti nell'ipotesi di un arco incastrato, col metodo Ribler supponendo una variazione possibile di temperatura di 10°. La compressione massima del beton riuscì di 34 Kg. per cmq. e il lavoro di tensione del ferro a 10,46 Kq. per mmq.

La piattaforma superiore venne calcolata per un carico mobile di 6 tonnellate o per un carico statico di 200 Kg-mq e sempre nell'intento di evi-

tare qualunqne carico inutile sugli archi onde non uscire dai dati del preventivo di spesa.

La larghezza del ponte tra i parapetti è di 3, 74 metri di cui, 2, 20 m. per la strada carrettiera e due marciapiedi di 0,77 metri.

La proporzione conseguente tra l'altezza e la larghezza del ponte è di 1 : 8, e quella tra la lunghezza (200 metri) e la larghezza è di 1 : 53.

Una particolarità di questo ponte è quella di presentare degli allargamenti della platea in corrispondenza delle pile, onde permettere gli incroci dei veicoli; in questi punti la larghezza è di 5,24 metri su 10 m. di lunghezza. Nella platea superiore si lasciarono 28 giunti di dilatazione con chiusura in beton: le proporzioni del beton per gli archi fu di 300 a 350 Kg. di cemento per mc.

Una turbina a vapore tipo Parson di 12000 HP. (1). — Soltanto nell'anno 1901 si cominciarono ad installare in Italia turbine a vapore e precisamente due unità, una da 2000 e l'altra da 3000 Kw. installate nella Centrale a vapore della Società Edison di Milano. Oggigiorno il numero delle turbine a vapore installate in Italia è notevolmente aumentato tantochè la potenza complessiva sviluppata si può ritenere di 100 000 HP.

Nell'anno 1904 ebbe inizio negli stabilimenti Tosi la costruzione delle turbine a vapore, che andò sempre più sviluppandosi aumentando d'importanza, fino ad arrivare ad un tipo di turbina da 12000 HP che insieme ad altre due di uguale potenza funzioneranno in una Centrale di Buenos-Aires.

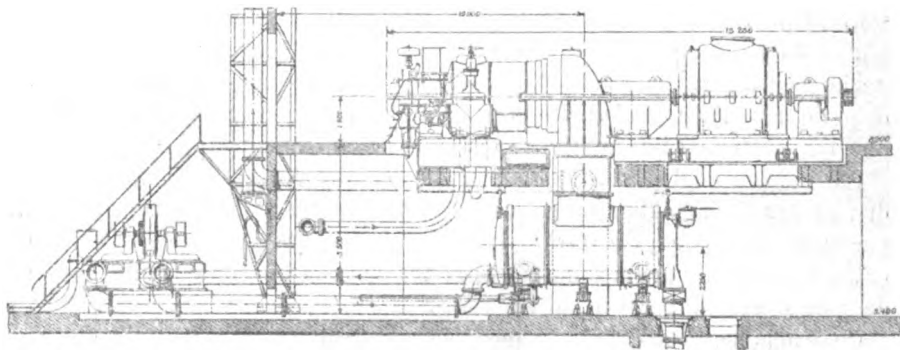



Fig. 1.

In queste turbine il consumo per Kw. non dovrà superare 6, 3 Kg. di vapore; esse sono direttamente accoppiate ad alternatori Brown e funzionano alla velocità di 750 giri al minuto. Sono degne di essere ricordate alcune caratteristiche di costruzione che noi verremo man mano indicando basandoci sui disegni intercalati al testo.

(1) Da una memoria dell'Ing. Belluzzo pubblicata nella *Zeitschrift fur das gesamte Turbinenwesen*

La figura 1 rappresenta la disposizione generale dell'impianto; la fig. 2 una sezione longitudinale della turbina. La parte rotante comprende un

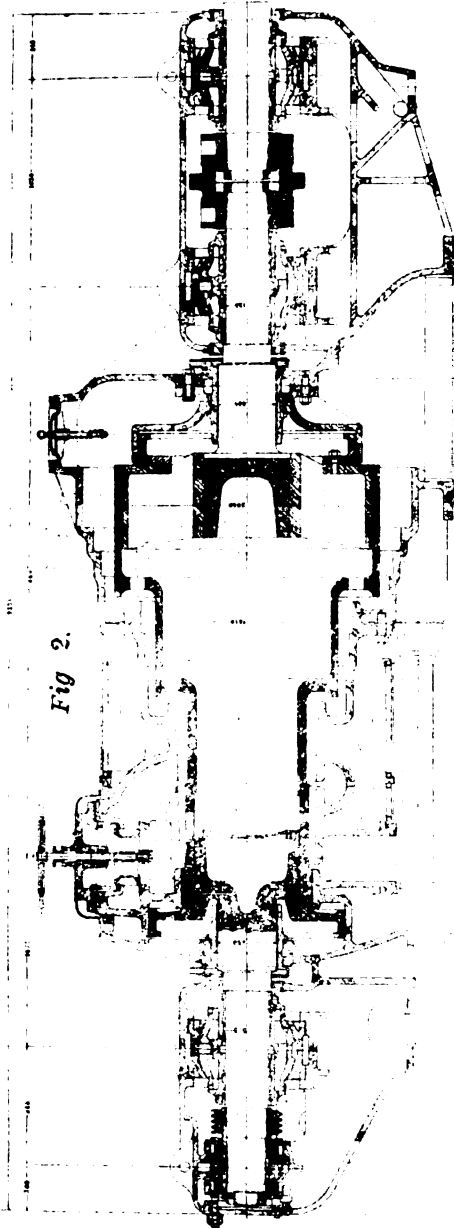
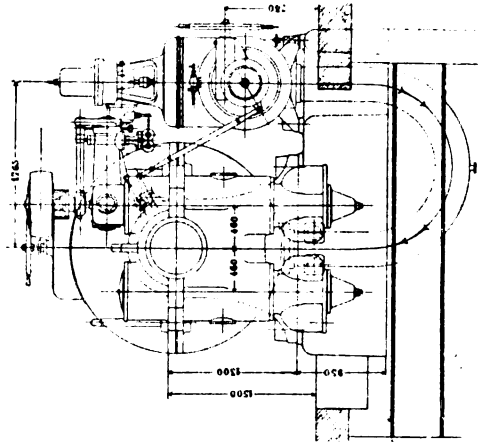
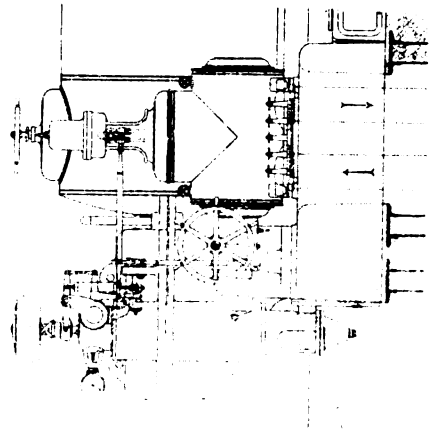



Fig. 2. Fig. 4. Fig. 3.

unico tamburo in acciaio sul quale vengono fissate le corone porta pale in numero di 78, suddivise in tre gruppi distinti per la alta, per la media e

per la bassa pressione, con velocità medie rispettivamente di 40, 60 e 85 metri al 1″. La spinta assiale provocata dai due gruppi di alta e media

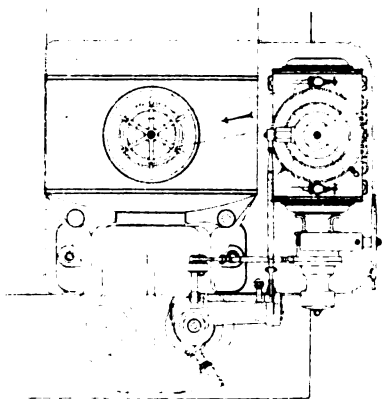
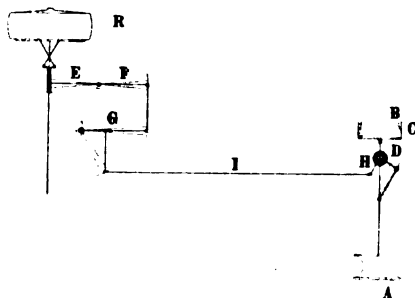



Fig. 5. *Fig. 6.*

viene controbilanciata nel modo noto con stantuffi di compensazione con tenuta a labirinto, mentre quella provocata dal gruppo a bassa pressione viene annullata da un compensatore Fullager. La valvola di regolazione non

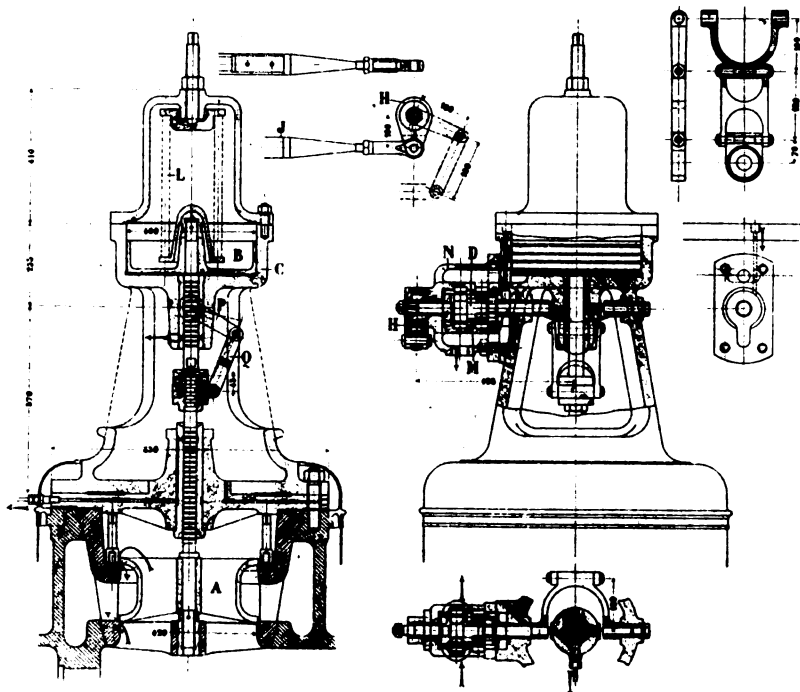



Fig. 7. — Valvoia di regolazione.

viene azionata dalla pressione del vapore come si verifica nei tipi comuni di turbine Parson, ma bensì da un servomotore a pressione d'olio.

L'insieme degli organi di regolazione è rappresentato nelle figure dalla 2 alla 5 e dallo schema della figura 6. Il regolatore Hartung è comandato con trasmissione a vite perpetua e va ad agire con opportuno rapporto di leve, direttamente sugli organi distributori dell'olio in pressione, i quali ricevono da un eccentrico calettato sull'albero del regolatore, un determinato movimento oscillante. L'ammissione del vapore si effettua da una valvola equilibrata a doppia sede A collegata all'asta dello stantuffo B del cilindro servomotore C. Contro la faccia inferiore di questo stantuffo va ad agire la pressione dell'olio, controbilanciata in parte dalla molla L.

Fig. 8.

L'ammissione e la pressione dell'olio contro lo stantuffo B vengono regolate da un distributore che comprende un cilindro interno D dipendente dal regolatore ed un cilindro esterno M azionato dalla valvola A mediante le leve P e Q in modo che, nella posizione d'inerzia corrispondente ai diversi carichi e conseguentemente per ciascuna posizione della valvola A, la posizione reciproca dei due cilindri D ed M rimane invariata.

È inoltre degna di nota una disposizione geniale che permette di misurare direttamente quella parte della spinta assiale che non viene compensata; la fig. 8 riproduce schematicamente detta disposizione. Sull'albero della turbina è montato un piccolo stantuffo che porta sulla sua superficie periferica esterna diverse scanalature che costituiscono, con un manicotto fisso in bronzo U, una teuuta a labirinto con un giuoco di $^1/_{10}$ mm.

Se pertanto contro la faccia anteriore dello stantuffo S si manda ad agire dell'olio in pressione e si misura la pressione sufficiente a spostare il tamburo nel senso della freccia 2, si avrà il corrispondente valore della pressione secondo la freccia 1.

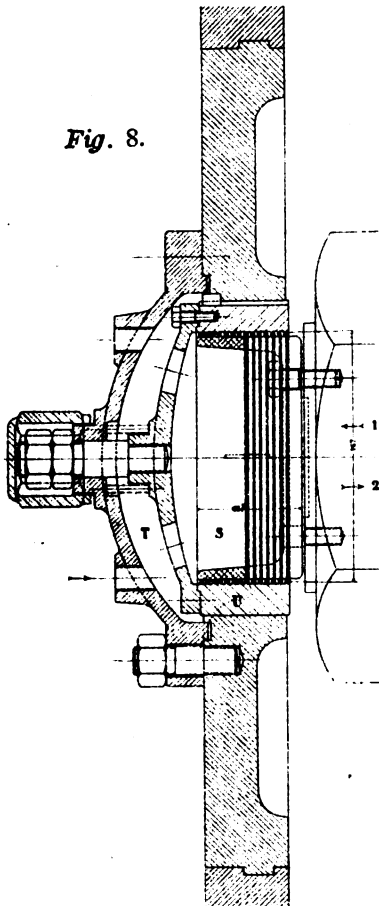
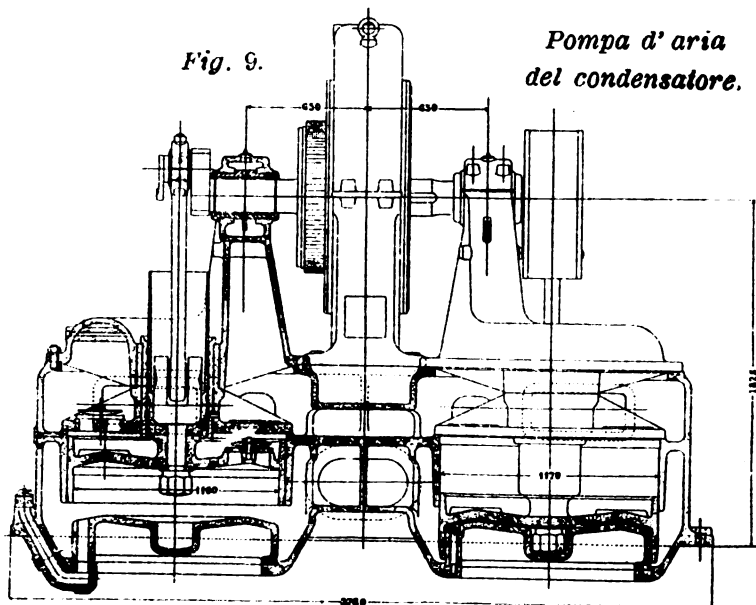
Il corpo del condensatore ha un diametro di 2500 mm. con una superficie

di condensazione di 1300 mq.; comprende 3770 tubi in ottone di 19 mm. diametro interno, 22 mm. di diametro esterno ed una lunghezza di 5 m.

Fig. 9. *Pompa d'aria del condensatore.*

La pompa d'aria aspira contemporaneamente aria ed acqua ed è costituita da due cilindri verticali che funzionano in parallelo. Il diametro dei cilindri è di 1100 e rispettivamente 1170 mm. con una corsa di 250 mm.

Una Centrale idroelettrica sulla Kern River. — L'impianto idroelettrico sulla Kern River della Edison Electric Comp. funziona in modo normale e continuo solo da alcuni mesi e fornisce energia elettrica alla città di Los Angelos (California) e ad altre città vicine lungo la costa del Pacifico.

Le sorgenti del Kern River che è uno dei principali affluenti del fiume San Joaquin sono alimentate dai ghiacciai dei monti Whitney (4000 m.) all'estremità sud della Sierra Nevada.

In questo articolo è riassunta dall'Engineerig Record, e dalla Houille Blanche, la descrizione delle parti principali dell'impianto che comprende una diga di derivazione, una serie di gallerie della lunghezza totale di 14 chilometri, una condotta forzata in galleria, un'officina generatrice con unità da 10000 HP ed una linea di trasmissione di 188 Km. alla tensione di 75000 volt.

La diga rettilinea e sommergibile, ha una lunghezza di 62 metri alla cresta, 6,10 metri di altezza dal letto del fiume e 10,66 metri dal piano della roccia di fondazione. La larghezza in sommità è di metri 2,14 dei

quali solo metri 0, 30 dal lato a valle è orizzontale e raccordato dal lato a monte con una inclinazione del piano di raccordo di $^1/_6$.

La parete della diga a monte ha una inclinazione di $^1/_{10}$ per tutta l'altezza; quella a valle è inclinata di 45 gradi per un'altezza di 4, 57 m. dalla cresta e continua fino alla base secondo un'arco di circolo di 30, 48 m. di raggio in modo che la larghezza alla base di fondazione riesce di 16 metri circa.

Una galleria di 24 metri funziona da scaricatore delle ghiaie e servì a scaricare le acque del fiume durante i lavori di costruzione della diga.

L'imbocco della galleria di derivazione è costruito sul fianco sinistro della diga e la sua larghezza in questo punto risulta di 5 metri; si nota un'impianto di paratoie ed una griglia di 6, 10 di lunghezza per 2, 45 di altezza composta con barre di 76, 2 $\times$ 12, 5 mmq. di sezione, con una luce libera di 75 mm.

Tra il manufatto di derivazione e la camera di carico dei tubi si contano 19 tronchi di galleria con lunghezze variabili entro i limiti 152 e 1330 m.; cinque di queste gallerie hanno una lunghezza superiore ai 900 metri; cinque altre tra i 600 ed i 900 metri e quattro tra 300 e 600 metri; la loro lunghezza complessiva è di 13 077 metri. La sezione di scavo di queste gallerie corrisponde ad un rettangolo di 2, 743 di larghezza per 2, 286 di altezza chiuso superiormente da un arco di circolo di 0, 457 metri di freccia.

Le pareti furono rivestite con uno strato di calcestruzzo di 150 a 240 mm. di spessore, dosato in ragione di 1 parte di cemento per 3 di sabbia e 5 di pietrame passato da maglie di 51 mm.

Per lo strato superficiale di rivestimento liscio si adottò un dosaggio di una parte di cemento su tre di sabbia.

Tanto la sabbia che il pietrame si ricavarono da roccie granitiche estratte dagli scavi di alcune gallerie.

Il profilo della sezione delle gallerie non è certamente il migliore dal punto di vista delle perdite, e fu scelto dato lo stato relativamente poco compatto e resistente delle roccie attraversate; che anzi, per alcuni tratti che rappresentano il 15 % circa della lunghezza totale delle gallerie di derivazione, si dovette aumentare lo spessore del beton in chiave della volta, portandolo a 30 cm. ed in alcuni punti anche a 45 cm.

Il profilo del canale di derivazione risponde ai seguenti dati caratteristici: altezza 1, 984 m., larghezza 2, 438, sezione 4, 837 m^2, perimetro bagnato 1, 406 m., raggio medio 0, 7551, pendenza 1, 5 per metro.

La portata data dalla formola di Kutter col coefficiente di 0, 012 risulta di 13, 15 mc. con V = 2, 715 metri.

Negli scavi in galleria si adottò la perforazione ad aria compressa in ragione di 2 perforatrici per ognuna delle fronti d'attacco; l'avanzamento medio in 10 ore di lavoro fu di metri 1, 50.

Per mantenere al canale un tracciato possibilmente rettilineo e per ridurne al minimo la lunghezza, si rese necessario l'attraversamento di vallette col mezzo di ponti-canale in numero di 6 costruiti in massima parte di legno

ad eccezione di un manufatto in cemento armato. Il più importante di questi acquedotti ha una lunghezza di 314 metri, la lunghezza degli altri varia 15 a 51 metri. Le pareti del canale sono costituite con tavole di Séquoia lavorate alle estremità a forma di hietta in modo da presentare all' interno

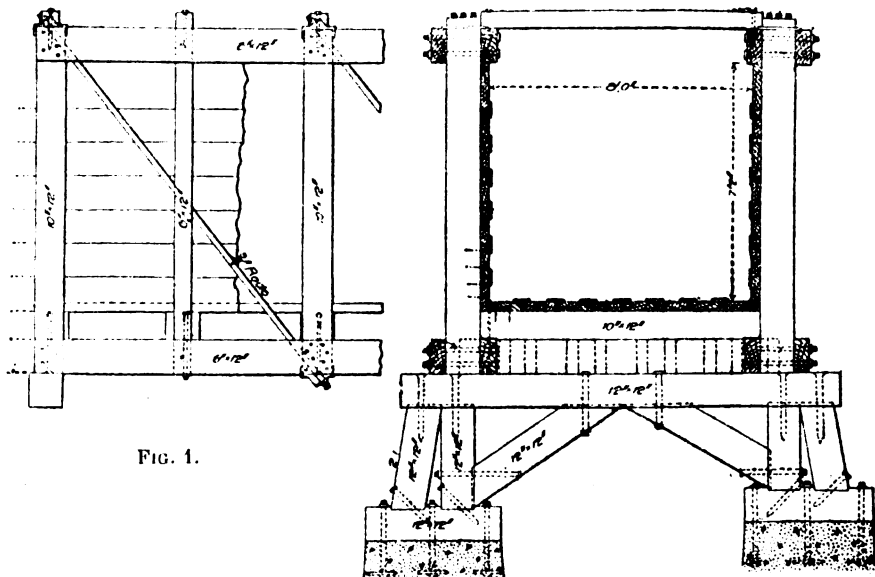



FIG. 1.

un giunto di 6,3 mm. che viene reso stagno comprimendovi della stoppa ricoperta con uno strato d'asfalto sul quale viene fissato un coprigiunto in legno. L' asfalto viene colato quando il coprigiunto è in posto, questo lavoro è reso possibile in quanto la superficie interna dell'asse-coprigiunto è leggermente concava.

Il tratto di canale che collega le due gallerie n. 6 e 7 (in ordine progressivo nel senso della corrente) è costruito in cemento armato. L'armatura metallica è costituita con lamiera stirata poggiante su travi trasversali a **I** disposte a 1,22 m. tra loro, e fissate alla loro volta su delle travi longitudinali a **I** sostenute da pilastri in calcestruzzo.

Tutta l'armatura in ferro è ricoperta con calcestruzzo di 10,15 cm. di spessore.

Alla camera di carico delle condotte forzate non fu possibile dare dimensioni notevoli in quanto la pendenza del versante della montagna raggiungeva quasi i 45°; si dovettero limitare le dimensioni a 12 × 9,15 m.

Nella camera di carico si nota un manufatto scaricatore-sfioratore con 5 luci di 2 m. di larghezza a pelo d'acqua variabile e due scaricatori di fondo.

La condotta forzata ha inizio dal fondo della camera ed è protetta con griglia e paratoia.

La condotta forzata è costituita da un tubo in ferro di 21,28 metri di diametro interno piazzato in una galleria circolare di 2,75 metri di diametro, ricavata nel fianco della montagna.

L'interspazio compreso tra la condotta metallica e la roccia venne riempito con calcestruzzo, dosato nella proporzione di una parte di cemento, 3 di sabbia e 3 di pietrame rotto. La galleria della lunghezza di 517 metri è suddivisa in tre tronchi di pendenza diversa; il primo tronco ha un' inclinazione di 130,3 % su 79 metri di lunghezza, il secondo di 101,3 % su 10 metri, e l'ultimo finalmente di 84,9 % su 303 metri. A questi va aggiunto un'ultimo tronco di 125 metri che è orizzontale.

Nella sezione d'innesto colla camera di carico, il tubo ha un diametro di 3 metri che si raccorda alla sezione normale della condotta con un raccordo tronconico di 6 metri di lunghezza circa.

La tubazione fu montata cominciando dal basso con singoli elementi di tubi di 3,05 metri che venivano sollevati con fune aerea fino al bacino di carico e poi ridiscesi nell'interno della galleria su vagoncini scorrevoli su un binarietto provvisorio. Ultimato il montaggio della condottura e la circostante gettata di calcestruzzo si procedette a verificare se la gettata di calcestruzzo veniva ad aderire perfettamente al tubo, si scoprirono in tal modo ben 116 punti dove il beton formava delle sacche vuote e si procedette al loro riempimento praticando un foro nella parete del tubo e colandovi del cemento liquido.

L'officina generatrice venne costruita a 324 metri sul livello del mare, immediatameute a monte del manufatto di derivazione della stazione idroelettrica della Power Transit and Light. Co. di Bakersfield.

La potenza media sviluppata è di 20000 Kw e la massima può raggiungere i 30000 Kw; l'installazione comprende quattro gruppi elettrogeni di 10750 HP ognuno, costituiti da un alternatore azionato da due ruote Pelton, e due gruppi per l'eccitazione. Le turbine Pelton hanno una velocità di 250 giri al minuto con un carico d'acqua di 261 metri; sono costituite da un disco in acciaio di 2,950 mm. di diametro al quale sono fissate 18 pale in bronzo di 698 mm. di larghezza. Il momento d'inerzia polare della parte rotante del gruppo elettrogeno e di 76000 Kgm^2.

Dalle garanzie contrattuali si rileva che le variazioni di velocità non dovevano superare 7,8; 3.5 : 1,7 % per variazioni istantanee di carico di 100; 50 e 25 %; il rendimento era garantito dell'82,5 %. Queste turbine furono costruite dalla Allis Chalmers Company.

Le eccitatrici sono pure azionate ognuna da una ruota Pelton e portano all'altra estremità dell'albero un volano. La regolazione della velocità si effettua in due modi distinti: 1.° un ago distributore azionato a mano, aumenta o diminuisce la sezione di passaggio dell'acqua; 2.° un regolatore automatico a servo-motore ad olio in pressione agisce sull'ugello di distribuzione nel senso di deviare il getto d'acqua aumentando o diminuendo di conseguenza la potenza della turbina. Questo mezzo di regolazione ha il vantaggio di mantenere costante la velocità dell'acqua nella condotta forzata evitando gli inconvenienti dovuti ai colpi d'ariete.

L'ugello distributore è costituito da due tubi in forma di ⋉ ⋊, quello a monte della turbina è fisso ed è disposto orizzontalmente, quello a valle

è mobile verticalmente intorno ad un'asse orizzontale; il peso della parte mobile dell'ugello è equilibrato in parte da un pistone, contro una faccia del quale viene ad agire dell'acqua in pressione. Lo stesso dicasi per la pressione dell'acqua che va ad agire sull'ago di regolazione degli ugelli distributori.

Ciascuna unità generatrice, sia alternatore che eccitatrice, è collegata con trasmissione a catena ad un regolatore Lombard costruito in modo da permettere: 1.° la regolazione esclusivamente a mano; 2.° una regolazione automatica normale; 3.° una regolazione a mano facendo intervenire il servo motore ad olio; 4.° la regolazione eseguita dal quadro col mezzo di motorini elettrici.

In generale però gli assi distributori sono mantenuti in una determinata posizione fissa e la regolazione istantanea ha luogo per effetto del regolatore.

Fig. 2.

Isolatore a 60000 *Volt.*

Fig. 3.

A funzionamento normale, gli aghi distributori non intervengono a modificare il getto, ed in tal caso questo ha un diametro di 187 mm. ed una velocità di 72 metri al minuto secondo; a getto completamente deviato l'acqua va a battere contro una piastra curva in acciaio disposta obliquamente che la guida direttamente nel canale di scarico.

Gli alternatori sviluppano corrente trifase a 2300 volt di tensione e 50 periodi; i cuscinetti dei sopporti sono a lubricazione sotto pressione (70 Kgcm²).

Le eccitatrici hanno una potenza di 225 Kw e producono corrente continua a 125 volt con 430 giri.

L'impianto di trasformazione comprende 13 trasformatori monofasi nell'olio, da 1167 Kw che costituiscono quattro gruppi da tre unità; il tredicesimo trasformatore è di riserva; hanno collegamento a triangolo sul

primario ed a stella sul secondario con un rapporto di trasformazione 2300/75000 volt. Dei morsetti intermedi sul secondario permettono di derivare corrente a 56000 e 37500 volt. L'olio è mandato nei trasformatori sotto una leggiera pressione, e ritorna per peso proprio agli apparecchi di raffreddamento.

Il quadro generale di manovra domina tutta la sala ed è suddiviso in 9 pannelli: 1 per i servizi ausiliari, 2 per le eccitatrici, 4 per gli alternatori ed uno per i feeders; l'ultima sezione è attualmente inattiva. Gli interruttori a 75 000 volt sono monofasi e piazzati in celle di cemento.

La linea di trasmissione dell'energia, che collega l'officina generatrice alla stazione di trasformazione di Los Angeles, 188 Km di lunghezza, è portata da pali metallici di altezza variante a seconda delle livellette da 9 a 18 metri; la distanza da palo a palo è di 210 metri, però tra due piloni consecutivi in ferro sono piantati dei pali in legno di sicurezza quantunque sia i piloni in ferro che la sezione dei fili di rame siano sufficienti a resistere agli sforzi dovuti alle tesate di 210 metri. La linea comprende tre circuiti distinti, con distanza da filo a filo di 1,829 metri; il rame impiegato ha una resistenza alla rottura di 44 Kg-mmq.

Gli isolatori hanno un'altezza ed una larghezza massima di 437 mm. (vedi figura 3); sono garantiti per sopportare una tensione di 100000 volt sotto un getto d'acqua a pioggia inclinato di 30° e della portata corrispondente a 25,4 mm. ogni 5 minuti. A secco la resistenza deve essere di 150 000 volt per 30 secondi.

RINALDO FERRINI (1).

Ricordo in queste poche colonne il nome e l'opera di un uomo che la vita consacrò con devozione costante, con nobilità di fede e dignità di lavoro al culto della scienza. Egli è scomparso recentemente, quasi non tralasciando che negli ultimi giorni le occupazioni predilette nelle quali aveva consumato il fervore della sua giovinezza, la saggezza e il vigore della maturità, gli anni della tarda vecchiaia, e da cui aveva pur tratto conforto nei dolori e nelle amarezze che talvolta — fatalmente — gli contristarono l'esistenza, anche fra le vittorie della scienza.

Insigne esempio di scienziato e d'uomo quello di *Rinaldo Ferrini*! Esso merita la nostra gratitudine e la nostra reverenza, come chiunque precedendoci nel vasto campo della scienza, ha acceso attorno a sè nel cammino percorso col fuoco del suo ingegno, con la luce delle sue investigazioni, molte delle fiaccole che hanno rischiarato i segreti inesauribili della natura universa.

L'opera scientifica di *Rinaldo Ferrini* è considerevole e stà a testimoniare della sua vasta coltura, della diligenza e prontezza con cui partecipava allo svolgersi degli studi di fisica tecnologica, che egli seguì sempre con amore indefesso, con scienza profonda e con altrettanta modestia.

L'esame delle sue opere di fisica tecnologica — sia delle brevi memorie su argomenti singoli e svariati, sia dei poderosi testi sul calore, sull'elettricità e loro applicazioni — dimostrano quanto sagace e nitida fosse la sua mente nell'esporre i principii scientifici, nello svolgerne le dimostrazioni, nello spiegarne la pratica applicazione. E come era chiara la sua esposizione, sobria e precisa la parola, altrettanto era ben architettato tutto l'insieme dei suoi argomenti, nello svolgimento dei quali ogni tema era collocato e fatto risaltare al giusto posto e nella giusta misura.

E quali sono i suoi scritti, tali furono le lezioni orali: modelli di sobrietà, chiarezza, precisione, tutte le preclari doti dell'insegnante. Del R. Istituto Tecnico Superiore, ove egli insegnò per circa quarant'anni e fu per quasi trenta anni professore ordinario, ei veniva il 6 maggio 1906 meritamente — e col plauso unanime di tutti i colleghi, che tanto lo veneravano, stimavano ed amavano — nominato professore Emerito.

E certamente la fama di lui, bella e salda, presso gli studiosi tutti che ebbero campo di conoscere le opere sue, fu pari alla grande modestia dell'uomo e forse inferiore al suo merito reale.

(1) Dagli *Atti dell' A. E. I.*

Diamo infatti un rapido sguardo alle principalissime sue pubblicazioni, validissime opere di aiuto al suo efficace insegnamento.

Cominciamo da quel magistrale trattato sulla *Tecnologia del Calore* edito dall'Hoepli nel 1876: trattato che stabilì indiscusso il nome suo fra i migliori fisici di allora. In esso sono presentati e svolti i problemi tutti derivanti dai fenomeni calorifici; e ben si può dire che tutte le questioni moderne su questo soggetto vi sono già trattate con largo metodo scientifico, con acume e preveggenza sicura. La termometria, le leggi di trasmissione del calore, la termodinamica, le applicazioni importantissime di tali teorie al calcolo di apparecchi di combustione, dei forni, dei camini, dei varii riscaldamenti di liquidi e solidi per usi industriali, il riscaldamento e la ventilazione degli ambienti abitati, gli essiccatoi: tutti insomma questi argomenti riferentisi alla tecnologia del calore, trovano uno sviluppo completo in questa opera curata amorosamente dal valente scienziato, dall'abilissimo insegnante.

E veramente ammirabile essa appare, quando si risalga all'epoca in cui essa fu scritta; è l'anno 1876 che sta impresso sulla I[a] edizione di quest'opera. E quando pensiamo alle difficoltà che ancora esistevano or sono trentadue anni, alla diffusione del sapere, non possiamo a meno di accrescere la nostra ammirazione per il Professore Ferrini e per questo suo primo poderoso lavoro.

La sua fama passò i confini della patria nostra, e fu bella ricompensa morale anche questa al dotto studioso: il suo trattato sulla Tecnologia del Calore apparve tradotto in lingua tedesca, edito a Jena nel 1878, per opera del Professor Schroeter del Politecnico di Zurigo; e nel 1880 seguì la traduzione in francese, edita a Parigi, per opera dell'Ing. Archinard.

L'importanza reale di tale lavoro si basa sul fatto che esso costituisce un'opera veramente originale: in quanto non solo riunisce tutto l'insieme delle leggi fisiche già conosciute sull'argomento; ma ne discute e ne mostra i risultati sotto nuovi punti di vista, aggiungendovi le relazioni a cui erano pervenute le ultime teorie — specialmente quelle che risultano dall'equivalenza dei fenomeni meccanici e calorifici. E tutto ciò, si noti bene, con indirizzo scientificamente rivolto alla pratica applicazione.

E noi elettrotecnici dobbiamo ancora riconoscere i precipui meriti del Professore Ferrini per la scienza nostra, quando precisamente essa incominciava a spiccare l'ardito volo, a cui tanto contribuirono quei sommi, che sono purissime glorie nostre. Gran mercè dobbiamo a lui, che ci diede una riprova della speciale profondità della sua mente nell'intravedere l'importanza dei nuovi studii e delle loro nuove applicazioni.

Mentre si spande il successo del suo trattato sul Calore, egli nel 1878 pubblica la sua opera magistrale *Elettricità e Magnetismo*. E pari ammirazione dobbiamo a questa seconda parte della fisica tecnologica come alla prima. E come questa, la bell'opera viene subito nel 1879 tradotta in tedesco dal medesimo Prof. Schroeter e pubblicata a Jena.

Poniamo mente anche per quest'opera alla data della sua pubblicazione,

È mirabile che trenta anni or sono il Ferrini abbia potuto scrivere un trattato che costituisce un testo veramente completo dello scibile elettrotecnico di allora, sia nel campo scientifico, che in quello delle applicazioni.

Ed ammiriamo, scorrendo quelle pagine, la abilità e la chiarezza colla quale, partendo dai principi intorno al potenziale — e passando per tutti i metodi di misura, allora così poco noti, dei potenziali, delle resistenze, delle intensità elettriche — ci conduce alle macchine dinamo-elettriche, ai motori elettrici, alle loro applicazioni.

È in questo trattato che troviamo descritta e fatta risaltare nella sua giusta luce l'importanza del principio di Pacinotti delle macchine a spirale di armatura chiusa, da cui derivarono le Gramme e le Siemens successive — giustamente messe al loro vero posto cronologico e scientifico, dal sapiente criterio del Prof. Ferrini, che riconosce all'invenzione del Pacinotti il merito di avere enunciato il principio su cui si basano le macchine a corrente continua. Il merito di avere costrutto la prima macchina dinamo-elettrica a corrente continua funzionante in condizioni pratiche, e di avere escogitata la pratica disposizione del collettore spetta al Gramme: l'idea generale della spirale di armatura chiusa, di cui le due metà — in cui in un dato istante si generano forze elettromotrici dirette in senso opposto — sono mantenute costantemente unite in parallelo l'una rispetto all'altra è di Antonio Pacinotti che la rendeva pubblica sin dall'anno 1862 nel giornale *Il Nuovo Cimento* di Pisa.

Alcuni studi e ricerche originali dell'autore sono interessanti; come lo studio sul calcolo della pila capace di produrre più economicamente un dato effetto, sui disperdimenti delle linee telegrafiche e sul calcolo delle resistenze delle spirali degli elettromagneti delle macchine telegrafiche.

Ed ancora in questo trattato sono esposte, studiate e discusse, nei loro pratici risultati, le varie applicazioni allora note: l'illuminazione elettrica, la telegrafia, la telefonia, l'elettrometallurgia ed altre minori applicazioni.

Un terzo importante e poderoso lavoro è quello intitolato *La luminosità elettrica dei gas e la materia radiante*, e compiuto in collaborazione col Prof. Pogliaghi e pubblicato a Milano nell'anno 1882.

In esso, con minuta e profonda analisi, è preso in esame il complesso fenomeno della scarica elettrica nei gas alla pressione ordinaria e più meno rarefatti. Ogni importante esperienza vi è descritta, ed i risultati sono discussi con raro acume critico. Come sul fenomeno influiscano la specie dell'elettro-motore, la forma e le dimensioni degli elettrodi, la qualità e la densità del gas interposto, ecc.: tutto è preso in diligente esame, e vagliato alla stregua non solo di esperienze ben note di molti fisici, ma anche di esperimenti propri.

Pochi anni erano trascorsi dacchè il Crookes aveva fatto conoscere le sue geniali esperienze in appoggio della ipotesi della materia radiante. Il Ferrini però non era in quest'ordine di idee: secondo lui esisteva continuità tra i fenomeni presentati dalla scarica sotto la ordinaria pressione atmosferica e quelli osservati nei tubi a grande rarefazione; e gli pareva

che nella teoria del fisico inglese non si facesse la debita parte allo stato elettrico delle molecole gassose entro i tubi ed all'energia che acquistano in tal modo.

Secondo il Ferrini i fenomeni del Crookes si potevano osservare anche sotto mediocri rarefazioni, e nei loro caratteri più salienti si rannodano alle leggi generali dell'induzione elettrica e della trasformazione dell'energia fisica: onde non gli parve giustificata l'ipotesi di un nuovo stato fisico della materia. Certo è che se egli avesse, anche lontanamente, intraveduto il concetto moderno dell'atomo elettrico, avrebbe portato, seguendo il suo ordine di idee un grande contributo alla spiegazione della scarica elettrica nei gas.

Oggi queste considerazioni non hanno più che un interesse storico: con la mirabile scoperta della ionizzazione dei gas e con la geniale teoria degli elettroni tutti codesti fenomeni trovano una più logica e naturale spiegazione.

La stessa teoria del Crookee non è più accettata quale era in origine, ma grandemente modificata: è opinione ora comune a tutti i fisici che le particelle cariche negativamente, che con il loro moto rapidissimo costituiscono i raggi catodici, non sono le molecole dei gas residui nei tubi, ma gli stessi elettroni negativi. In questo dunque, nel contraddire alla teoria originaria della materia radiante, il Ferrini non si era ingannato. E nonostante l'immenso progresso che lo studio del fenomeno ha fatto da quel tempo in poi, il libro del Ferrini sarà sempre consultato con profitto: esso, in ogni modo, servirà ognora assai utilmente a conoscere la storia della interessante questione, ed a vedere l'evoluzione che ha subito prima di arrivare all'odierna perfezione

Nell'anno 1884 e poi di seguito negli anni 1892 e 1894, il prof. Ferrini pubblicava ancora, per mezzo dell'Hoepli, un grosso volume sui *Recenti* progressi delle applicazioni della Elettricità. Il titolo indica lo scopo del libro: tenere al corrente gli studiosi su questa parte importantissima della fisica tecnologica, che aveva allora già incominciato il suo meraviglioso sviluppo. Ed il chiaro Professore diligentemente ed assiduamente vigile riassume questo succedersi di nuovi studi e nuove applicazioni; egli svolge, descrive, spiega, col sussidio della teoria, tutte le applicazioni che, dopo la comparsa dell'opera prima citata « Elettricità e Magnetismo » si sono compiute nel campo dell'elettrotecnica.

Numerosi esempi di nuove macchine dinamo elettriche e di motori elettrici, vi sono descritti l'illuminazione elettrica; i trasformatori per correnti continue e per correnti alternative; la distribuzione e trasmissione elettrica dell'energia — dai primi classici esperimenti di Fontaine e di Deprez a quello glorioso pel nome italiano, fatto tra Lauffen e Francoforte dove il genio di Galileo Ferraris, ebbe la consacrazione mondiale — la trazione elettrica, e tutte le altre possibili applicazioni dell'elettricità; nulla di importante vi è trascurato, di tutto è tenuto il debito conto ed in giusta misura.

L'attività scientifica del Ferrini si svolse ancora in molte altre pubblicazioni di minor mole di quelle di cui abbiamo ora fatto cenno, ma tuttavia

anch' esse notevoli ed importanti. Cito fra queste il prezioso Manuale sul riscaldamento e ventilazione degli ambienti, che è tuttora assai apprezzato dai competenti, in quanto che esso, mentre è abbondante di dati pratici, contiene in una forma semplice e chiara tutto quanto vi ha di interessante sull' argomento e cioè tutte le questioni teoriche relative al riscaldamento ed alla ventilazione e le relative applicazioni pratiche secondo i vari casi.

Tale è l' opera di Rinaldo Ferrini, a cui diede il vivido impulso della mente ben ordinata. Considerandola nella sua complessa figura, in relazione ai tempi in cui apparve alle condizioni della scienza tra le quali si formò, crebbe e si svolse, noi non possiamo non ammirare la singolare energia di questa mente che seppe far uso con ampio e fecondo risultato, quanto fu ai suoi giorni vittoria e scoperta della scienza fisica. A misurare l' importanza dei suoi studi e il valore de' suoi libri nel momento storico in cui vanno collocati, basta che noi pensiamo quale straordinario pregio, quale capitale importanza avrebbe ai nostri giorni un' opera che riassumesse e comprendesse, addentrandosi e penetrando con la lucidità di metodo e chiarezza di sguardo del Ferrini, tutto il patrimonio attuale della scienza dell' elettricità e delle sue mirabili applicazioni. Il Ferrini ebbe, per quanto riguarda i suoi tempi, questo pregio; e una simile insigne benemerenza si conquistò con l' opera sua di studioso, di scrittore e di professore. Ecco perchè noi, e tutti i cultori e investigatori della elettrotecnica, gli dobbiamo reverenza e gratitudine, e deve essere il suo un esempio luminoso di operosità e di dottrina profonda, indice di valore scientifico e di integrità morale.

RICCARDO ARNÒ.

BIBLIOGRAFIA

D^r^ Otto Lueger. — *Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften.* — Opera in 8 vol. in 8° gr. con moltissime figure — Seconda edizione completamente rinnovata e considerevolmente accresciuta. — Dispense XXIX e XXX. — Prezzo di ogni dispensa L. 6, 25, (Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt, 1908).

Colle dispense annunciate si chiude il sesto volume di questa magistrale Enciclopedia, dalla voce *Kupplungen* a *Papierfabrikation;* non mancano più che due volumi al compimento dell'opera, e se si giudica dalla rapidità con cui sono stati pubblicati i primi sei, non ci è da dubitare che l'anno venturo l'intera Enciclopedia sarà completa.

Dopo quanto abbiamo detto nelle precedenti bibliografie sulla natura e valore di quest'opera, ci sembra fuori di luogo il fare delle ripetizioni; però non è affatto inopportuno di constatare che anche le dispense presenti, confermano pienamente le lodi e il bene che di essa abbiamo detto. Uno dei meriti principali consiste nella ricchezza delle figure che illustrano il testo; il sesto volume, che termina colla voce *Papierfabrikation* ne conta ben 1600. Quale grande vantaggio ne venga da ciò al libro, è ovvio per sè; le figure permettono di ristringere il testo, specie nelle lunghe descrizioni di macchine e apparecchi, e quindi di acquistare spazio per altra materia, e facilitare l'intelligenza dell'esposizione, sussidio notevole per chi scrive e per il lettore.

Tutti gli articoli sono stati rivisti con grande accuratezza, e la materia messa al corrente coi progressi delle varie discipline; alcuni furono soppressi, molti nuovi aggiunti, e il tutto distribuito con nesso organico: il fatto che ai vecchi collaboratori se ne aggiunsero molti nuovi, sostituendo quelli venuti meno ai vivi, ha avuto per risultato che i vari articoli sono stati svolti con maggior larghezza di vedute e senza preconcetti, il che rese possibile di imprimere all'opera, nei limiti ben inteso, consentiti da un'Enciclopedia, un carattere più omogeneo e meno subbiettivo.

Se noi volessimo entrare in un esame minuto delle dispense che ci stanno innanzi, avremmo molto da dire, perchè in ciascuna di esse vi sono numerose voci sotto le quali la materia si condensa e si coordina come in una vera monografia; ma ciò richiederebbe uno spazio che la natura di questo scritto non consente.

Tuttavia rileviamo per es. le voci *Nieten, Nietenherstellung, Nietverbindungen, Nietmaschinen* che in 23 pagine comprendono tutto ciò che si riferisce alle chiodature, loro preparazione, esecuzione, macchine relative, ecc. — *Moorkultur.* Coltivazione e sfruttamento dei terreni torbosi; — Motori elettrici, carrozze automotrici, automobili, con 25 pagine di testo; — Menizioni; — Fabbricazione degli aghi; — Macchine da cucire, con 10 pagine; — Sforzi secondari con 5 pagine: — Livelli e livellazione con 16 pagine; — Profili normali pel ferro laminato con 11 pagine; — Legnami utili con 16 pagine; quest'ultimo articolo ci è sembrato anzi eccessivo, ed è la sola critica che ci permettiamo di fare, poichè è costituito da una chiave dicotoma la cui utilità è molto dubbia; pei botanici non è necessaria e non è fondata sopra caratteri abbastanza scientifici, pei dendrologi può dirsi lo stesso, e pei tecnici è inutile; in ogni modo se pecca è per abbondanza, non già per deficenza. Ma a soddisfarci incontriamo subito la voce *Oberbau der Eisenbahnen, Oberbaugeräte* che in 26 pagine raccoglie tutto ciò che è utile conoscere per l'armamento delle ferrovie. Anche l'articolo forni e fornaci per usi tecnici è di un'importanza tutta speciale, ed ha ben 21 pagine di testo. Gli olii e loro fabbricazione; le lampade ad olio; la fabbricazione della carta con cui si chiude il volume 6.°, sono trattati con grande ricchezza di particolari.

A lato a questi grandi articoli che costituiscono vere monografie, sono innumerevoli altre voci, che nonostante la brevità nulla perdono in chiarezza; definizioni precise, semplici e chiare, cenni sulle applicazioni per meglio farne comprendere l'importanza o l'uso. L'architettura ci offre non poche novità, nelle figure, nelle costruzioni di lanternini ed in altre parti; le voci poi che si riferiscono alle arti grafiche e alla fotografia sono numerose e affatto nuove, perchè non esistevano nell'edizione precedente, il che si spiega quando si considera i grandi progressi compiuti in questo campo nell'ultimo decennio.

Tutto quanto abbiamo riferito basta per far rilevare l'importanza di questa Enciclopedia, e più ancora di questa seconda edizione.

Teramo, 15 *giugno* 1908.

G. C.

CONCORSI

Concorso al posto di professore di chimica, fisica ed elettrotecnica nella regia Scuola Industriale " Antonio Pacinotti ,, in Pistoia.

È aperto in Roma, presso il Ministero di agricoltura, industria e commercio, il concorso al posto di professore di chimica, fisica ed elettrotecnica nella regia Scuola industriale « Antonio Pacinotti in Pistoia.

Il concorso è per titoli, e sarà giudicato da una Commissione, la quale avrà la facoltà di sottoporre ad un esperimento i candidati giudicati migliori per i titoli esibiti.

La Commissione giudicatrice non farà dichiarazione di eleggibiliià, ma proporrà al Ministero, con relazione motivata, non più di tre candidati, per ordine di merito e non mai alla pari.

Avvenuta la nomina del professore per la scuola industriale in parola, gli altri candidati, compresi nella terna, potranno essere, durante l'anno scolastico 1908-909. preposti allo stesso insegnamento in altre scuole industriali, previo accordo con le amministrazioni interessate.

Il candidato prescelto sarà nominato, in via di esperimento, per un biennio, con lo stipendio annuo lordo di lire 3000. Dopo i due anni potrà essere nominato ordinario, se avrà dimostrato di possedere le qualità e le attitudini necessarie.

-

Concorso al posto di professore di meccanica, disegno di macchine, e disegno geometrico nella R. Scuola industriale " Antonio Pacinotti » in Pistoia.

È aperto in Roma, presso il Ministero di agricoltura, industria e commercio, il concorso al posto di professore di meccanica, disegno macchine, e disegno geometrico, nella R. Scuola industria « Antonio Pacinotti » in Pistoia.

Il concorso è per titoli e sarà giudicato da una Commissione, la quale avrà facoltà di sottoporre ad un esperimento i candidati giudicati migliori per i titoli esibiti.

La Commissione giudicatrice non farà dichiarazione di eleggibilità, ma proporrà al Ministero, con relazione motivata, non più di tre candidati, per ordine di merito, e non mai alla pari.

Avvenuta la nomina del professore per la Scuola industriale in parola, gli altri candidati, compresi nella terna, potranno essere, dentro l'anno scolastico 1908-900, preposti allo stesso insegnamento in altre scuole industriali, previo accordo con le Amministrazioni interessate.

Il candidato prescelto sarà nominato, in via di esperimento, per un biennio, con lo stipendio annuo lordo di lire 3000. Dopo i due anni potrà essere nominato ordinario, se avrà dimostraio di possedere le qualità e le attitudini necessarie.

Comitato centrale per la Fabbrica di S. Rosa, Viterbo. — Concorso nazionale per l'ampliamento, sistemazione e decorazione del Tempio.

È aperto un concorso fra gli Ingegneri ed Architetti Italiani per la compilazione di un progetto completo per l'ampliamento, sistemazione e decorazione del Tempio di S. Rosa in Viterbo, conforme alla deliberazione del Comitato Centrale in data 17 giugno 1908, in base ai criteri stabiliti dal Comitato medesimo il 23 settembre 1905.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DELL'ANZA.

(Vedi Tavole 37, 38, 39).

Centrale a vapore.

Trovasi, come già si disse, in Novara, e più precisamente in prossimità della stazione ferroviaria, con accesso dalla strada di circonvallazione.

Oltre che quale riserva dell'impianto di Piedimulera, essa è adibita a stazione di trasformazione per la consegna dell'energia alla Società Conti.

Consta essenzialmente del locale dei quadri, della sala delle macchine, e della sala delle caldaje.

Locale dei quadri. — È un fabbricato dell'altezza di 20 metri, suddiviso in cinque piani.

All'ultimo arriva la linea da Piedimulera, e parte la linea di congiungimento con le condutture della Conti. Vi sono collocate su entrambe gli scaricafulmini Wurtz.

Si scende poi al piano degli interruttori principali di tali due linee, a 42000 e 25000 Volt; in esso trovano posto i trasformatori di misura per gli apparecchi e per le manovre.

Le barre collettrici a 42000 e 25000 occupano da sole un piano.

Viene poi il piano delle manovre; in esso, oltre al tavolo delle manovre stesse, trovansi gli interruttori sui circuiti dei trasformatori.

Al piano terreno stanno i trasformatori; vi sono inoltre, il riparto delle barre collettrici ad 8000 Volt dei generatori, ed i reostati di eccitazione dei generatori stessi.

Lo schema delle connessioni è molto semplice.

La corrente a 42000 Volt in arrivo incontra anzitutto un interrut-

tore in olio, passa poi alle barre collettrici; a queste si collegano i primari di due trasformatori della capacità di 4800 KVA. 42000/25000 Volt. I secondari fanno capo alle barre collettrici a 25000 Volt dalle quali si diparte la linea per la derivazione Conti, provvista anch'essa di interruttore in olio. Tanto sul primario che sul secondario dei trasformatori, sono inseriti altri interruttori in olio, a funzionamento contemporaneo.

Il turbo-generatore dà corrente ad 8000 Volt, e, come nell'impianto di Piedimulera, è collegato direttamente col proprio trasformatore da 2100 KVA. 8000/25000 Volt., con l'interposizione di semplici coltelli separatori. Dalla parte a 25000 Volt è montato un interruttore in olio, prima del suo congiungimento colle barre collettrici.

A queste si collega infine un trasformatore da 140 KVA., 25000/250 Volt, pei servizi interni della Centrale.

Il materiale elettrico è identico a quello dell'impianto di Piedimulera: parimenti sono tutt'affatto simili i collegamenti e le manovre.

Il tavolo, quale è attualmente, contiene:

1 scomparto per la linea in partenza (25000 Volt)
1 » » » in arrivo (42000 Volt)
2 scomparti identici per 2 trasformatori 2300 KVA. 42000/25000 V.
1 scomparto pel turbo-generatore.

Ciascuno di essi contiene istrumenti di misura, relais a massima ed a tempo, dispositivo di messa in parallelo, leva di comando degli interruttori, e commutatore per gl'istrumenti di misura.

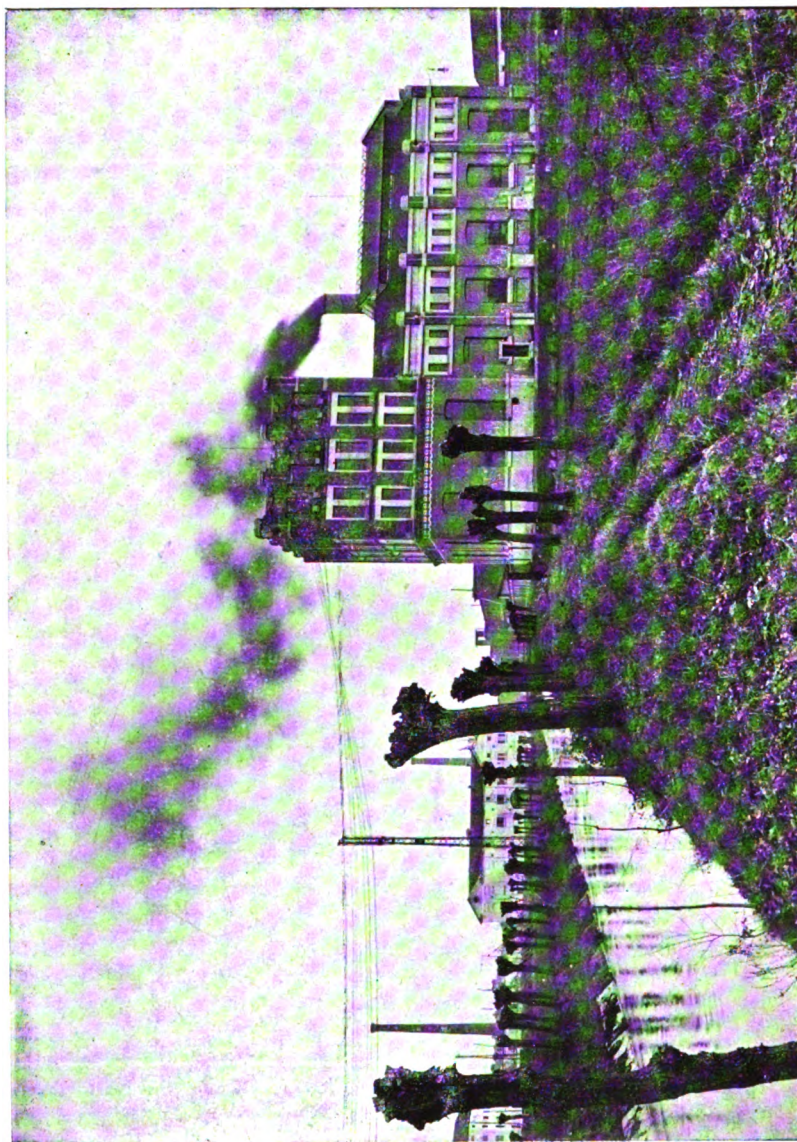
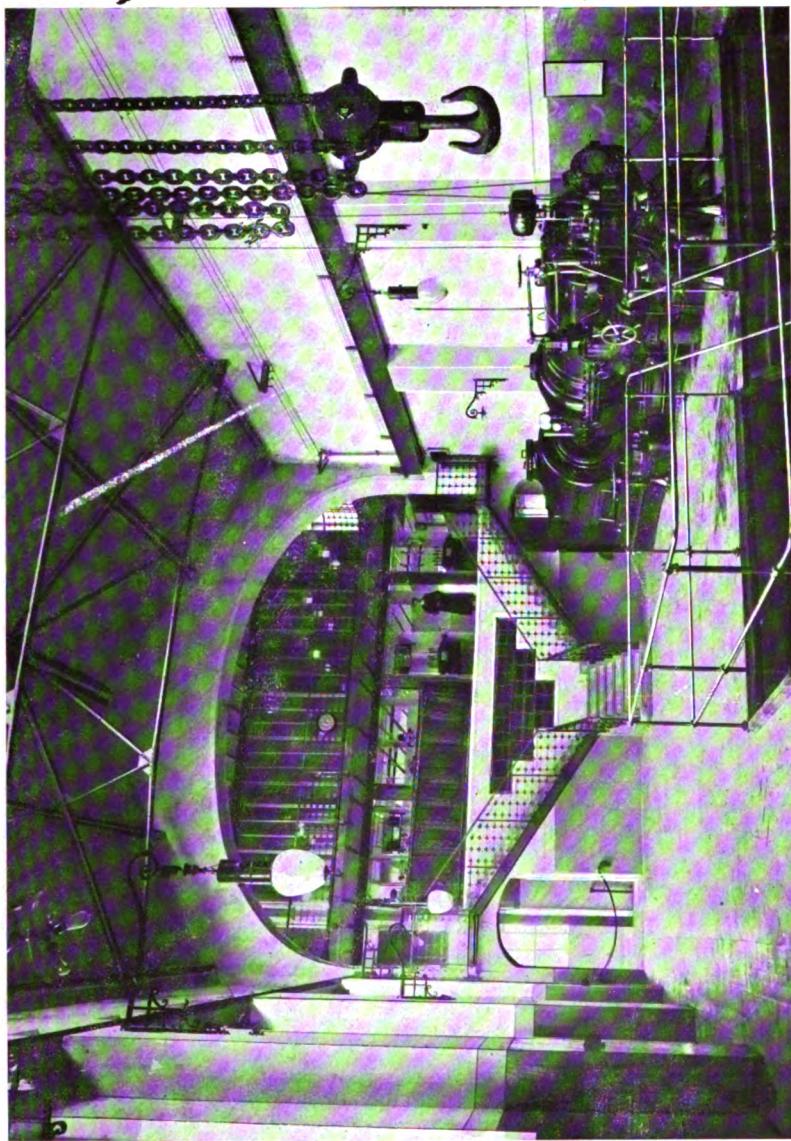
Altri scomparti sono predisposti per futuri ampliamenti.

Pel funzionamento dei motorini degli interruttori è istallata nel sotterraneo una batteria di accumulatori della capacità di 56 Ampères-ora; essa viene caricata da una piccola dinamo collocata sul piano delle manovre; di fianco sta un quadro relativo.

Allo stesso piano delle manovre trovasi il quadro della bassa tensione pei servizi di centrale, la cabina telefonica ed un trasformatore 30 KVA. 3000/250 Volt, allacciato alla rete elettrica della Società locale.

Esso permette, in caso di interruzione totale, una più rapida messa in servizio dell'impianto a vapore.

Sala delle macchine. — La sala propriamente detta ha le dimensioni lunghezza m. 24,70 larghezza m. 11,70 altezza m. 8,00; è illuminata da finestre su un lato, e da un lucernario.

Verso il locale dei quadri un'ampia apertura ad arco mette in comunicazione il piano delle manovre e delle barre omnibus con la sala delle macchine.

Centrale a vapore in Novara

Centrale a vapore in Novara

Sala macchine e quadro.

Quivi è montato attualmente un gruppo turbo-generatore, costituito da una turbina a vapore sistema Brown-Boveri Parsons, e da un generatore direttamente accoppiato, producente corrente trifase ad 8000 Volt 42 periodi, a 1250 giri al 1.°, e sviluppante in regime una potenza di 1800 KW. per un carico il cui cos φ è 0, 8.

All' estremità dell'albero dell' alternatore si trova la dinamo eccitatrice.

La turbina è costruita per essere alimentata da vapore soprariscaldato a 300°, sotto una pressione di 12 atmosfere, misurati entrambi alla valvola d'ammissione.

Il consumo garantito di vapore è di:

7, 6 Kg. per KW-ora per un carico di 1800 KW
9, 1 » » » » » 900 »

La turbina lavora naturalmente con condensazione.

Il condensatore è a superficie, ed è collocato al disotto della turbina, nel sotterraneo dei condensatori.

L' impianto relativo comprende, oltre le tubazioni e la valvola per il funzionamento a scappamento libero, la pompa d' aria e la pompa per la circolazione dell' acqua di condensazione.

Questa viene derivata dal canale Quintino Sella, con una tubazione in cemento del diametro di 1 metro, lunga circa metri lin. 400, ed è convogliata in un pozzo in cui pesca la pompa. Dopo essere passata attraverso al condensatore, l'acqua viene immessa in una vasca, ed a mezzo di un tubo in cemento pure del diam. di met. 1, che corre al disopra dell'altro, viene restituita nel canale Quintino Sella pochi metri a valle dal punto di presa.

La sala delle macchine è provvista di una gru a ponte scorrevole a comando elettrico della portata di 20 tonn.

Sala delle caldaie. — È costruita su intelaiatura in ferro, ed è ricoperta da lucernari per quasi tutta la sua lunghezza. Ha le dimensioni: lunghezza m, 27, 95 larghezza m. 16. 85 altezza m. 8, 00.

Contiene attualmente una batteria di due caldaie.

Queste sono del tipo semi-marino sistema Dürr, di 370 mq. di superficie riscaldata ognuna, costruite per una pressione d' esercizio di 13 atmosfere e per una produzione costante massima di 23 Kg. di vapore per ora e per mq, di superficie riscaldata a contatto del fuoco, ad una pressione di 13 atmosfere e 300° di surriscaldamento misurato alla valvola della turbina.

Sono munite pertanto di surriscaldatori sistema Dürr di dimen-

sioni sufficienti. Hanno le griglie ad aste sottili, comuni, ma è previsto l'impiego delle griglie a catena.

Il camino è in lamiera di ferro, costituito da un tubo del diam. di ml. 1,80 alto 18 m. e munito degli opportuni registri. Serve per due batterie.

La ventilazione è ottenuta a mezzo di un ventilatore Sturtevant a 310 giri, accoppiato con ingranaggio ad un motore elettrico di 30 HP.

Per l'alimentazione delle caldaie sono installate due pompe a vapore Duplex, orizzontali, quadruple, azionate direttamente, delle quali ognuna capace di fornire 740 litri al minuto a 13 atmosfere di contro pressione, sufficienti pel funzionamento contemporaneo di 4 caldaie di 370 mq. di superficie riscaldata.

Tali pompe pescano in una vasca sottostante, dove si raccoglie l'acqua condensata. Nel centro è praticato il pozzo per il rifornimento d'acqua estraendola dal sottosuolo. Completano pertanto il gruppo due pompe centrifughe accoppiate direttamente con motori elettrici, le quali provvedono come si disse al rifornimento dell'acqua d'alimentazione, al raffreddamento dei trasformatori ed ai servizi in genere della centrale.

È previsto l'impianto degli economizzatori.

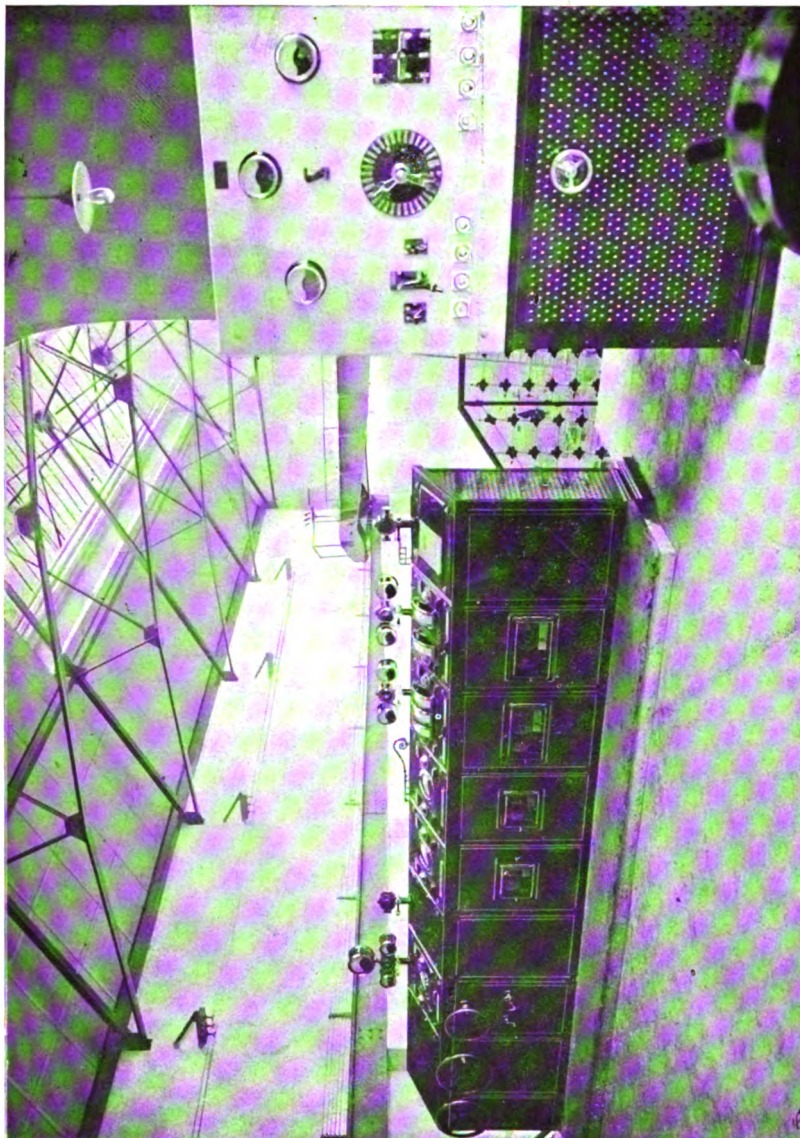
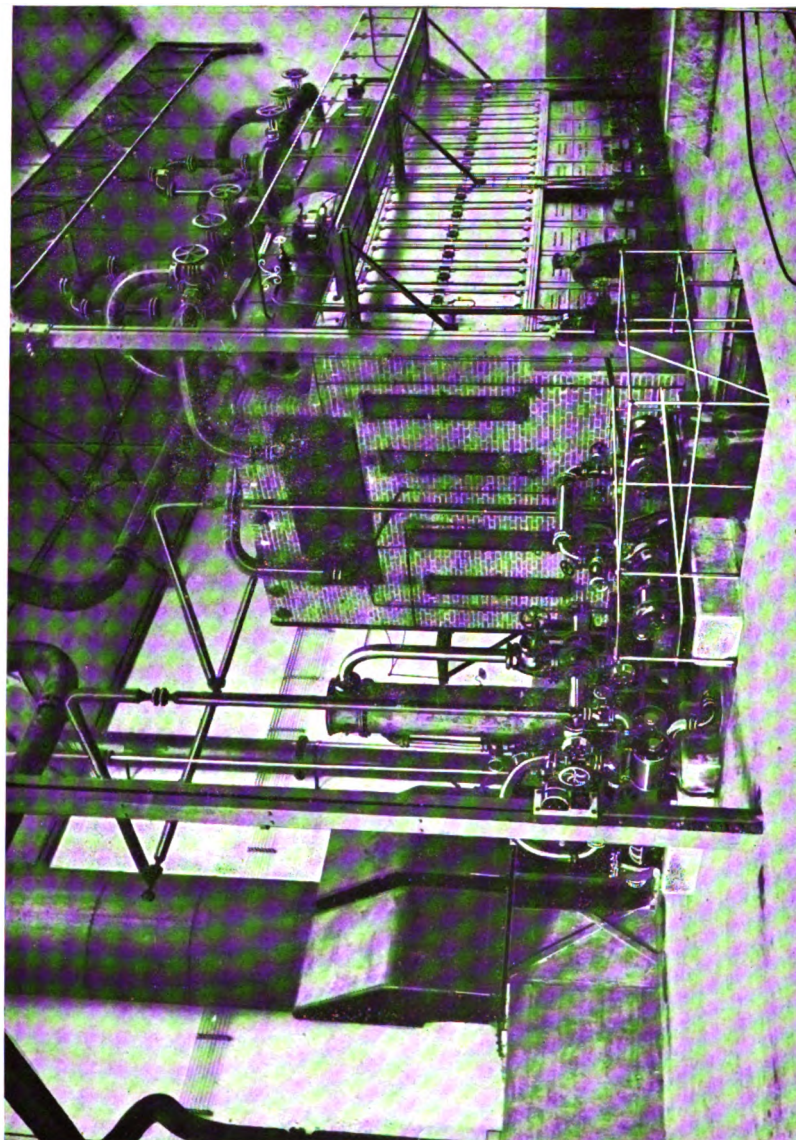
La raccolta delle ceneri si fa in un corridoio sotterraneo da apposite bocche.

Il deposito di carbone è prospicente al locale delle caldaie ed a questo unito con binarietto pel trasporto dei vagoni. Il deposito stesso è collegato con lo scalo merci della stazione a mezzo di binario di raccordo, ed è capace di contenere parecchie migliaia di tonn. di carbone.

Ampliamenti. — Tanto nella sala delle macchine che in quella delle caldaie c'è già spazio per l'impianto di un secondo gruppo e di una seconda batteria; il locale dei quadri è dimensionato per gli apparecchi necessari all'installazione di 4 gruppi, ed in qualche parte per 6 gruppi.

Sono già studiate le disposizioni per gli ampliamenti corrispondenti dei fabbricati delle caldaie e delle macchine, nonchè per il caricamento automatico delle griglie e trasporto dei vagoncini di carbone e della cenere.

Ciò per una potenzialità totale di circa 14000 KW.

Impianto telefonico. — Le due Centrali di Piedimulera e di Novara sono collegate da una linea telefonica lunga circa 88 Km. dei

Centrale a vapore in Novara
(Tavolo delle manovre)

Centrale a vapore in Novara
(Sala caldaie - I Gruppo)

quali 38 montati sulla stessa palificazione della linea ad 8000 Volt, lungo il Lago Maggiore.

La linea è in filo di bronzo del diam. di m/m 2 $^1/_2$, su isolatori del tipo usato dai telegrafi dello Stato.

Lungo il percorso sono distribuite 9 stazioni pei posti di guardia e per le sottocentrali. A Gravellona e Borgomanero si sono poi collocati dei quadri centrali, per le linee secondarie.

Gli apparecchi tutti sono del sistema Perego, con trasformatori di sicurezza.

Esecuzione dei lavori.

Impianto idro-elettrico. — I lavori per l'impianto di Piedimulera incominciarono nel Maggio del 1905 con gli scavi per la sede del canale. Si dette ad essi la maggiore intensità possibile, e per l'inverno successivo erano ultimati, ad eccezione di qualcuna delle gallerie maggiori.

La diga di presa venne costruita, pel corpo inferiore, nell'inverno 1905-06; le pile e la sopra-struttura vennero eseguite nell'inverno 1906-07; il montaggio delle porte in ferro nell'inverno 1907-08. Il serbatoio venne riempito per la prima volta il 19 Marzo 1907.

Il montaggio della tubazione forzata incominciò nell'Agosto 1906 e venne ultimato nel Febbraio 1907.

La costruzione della Centrale, parte civile, fu compiuta nel Maggio 1907 ed allora s'incominciò il montaggio del macchinario e dei quadri.

L'impianto entrò in funzionamento il 1.° Ottobre 1907.

I lavori vennero condotti in economia.

Conduttura elettrica. — La costruzione della linea a 45000 Volt *Piedimulera Novara* incominciò il 1.° Dicembre 1907, e per la massima parte venne eseguita nell'inverno 1907-08; essa fu però completa anche nelle costruzioni speciali soltanto nel Luglio 1908.

Venne affidata a due Ditte imprenditrici.

Centrale di Novara. — I lavori per la Centrale di Novara incominciarono nel Marzo 1906, il montaggio del macchinario potè iniziarsi nell'Aprile 1907, e venne completato per l'Ottobre successivo.

I progetti tutti degli impianti vennero studiati interamente dalla Società “*Motor*„ Anonima per Applicazioni Elettriche di Baden (Svizzera).

Fornirono macchinario e materiale le seguenti Ditte:

Brown-Boveri & C. di Baden e Tecnomasio Italiano Brown-Boveri di Milano: 4 Generatori dell'impianto di Piedimulera. — 2 Eccitatrici dell'impianto di Piedimulera. — 6 Trasformatori dell'impianto di Piedimulera. — Quadri e connessioni dell'impianto di Piedimulera. — Un turbo-generatore impianto Novara — 5 Trasformatori idem. — Quadro e connessioni idem. — Materiale elettrico in genere.

Riva & Monneret ora Ing. A. Riva & C.: 4 Turbine pei generatori per l'impianto di Piedimulera. — 2 Turbine per l'eccitatrici di Piedimulera. — Valvole relative sulle tubazioni.

Pirelli & C.: — Cavi trifasi ad 8000 Volt per il collegamento dei generatori ai quadri.

Grimoldi & C. — Scaricafulmini Wurtz.

Società Italiana Oerlikon: 2 Gru a ponte scorrevole a comando elettrico.

Officine di Forlì: Tubazione forzata.

Officine di *" Von Roll "*, Berna: Porte in ferro alla diga di presa.

Fauser A. e C. Novra: Paratoia circolare alla presa.

A. Brambilla, Milano: Copertura ed impalcati in ferro delle Centrali di Piedimulera e di Novara, e passerella in ferro per la conduttura elettrica.

Bossardt, Berna: Ponte in ferro sull'Anza per la strada d'accesso in Centrale di Piedimulera.

Düsseldorf Röhrenkesselfabrik, Düsseldorf: Caldaie ed accessori della Centrale di Novara.

Impresa Curti Carlo, Milano: Muratura delle caldaie.

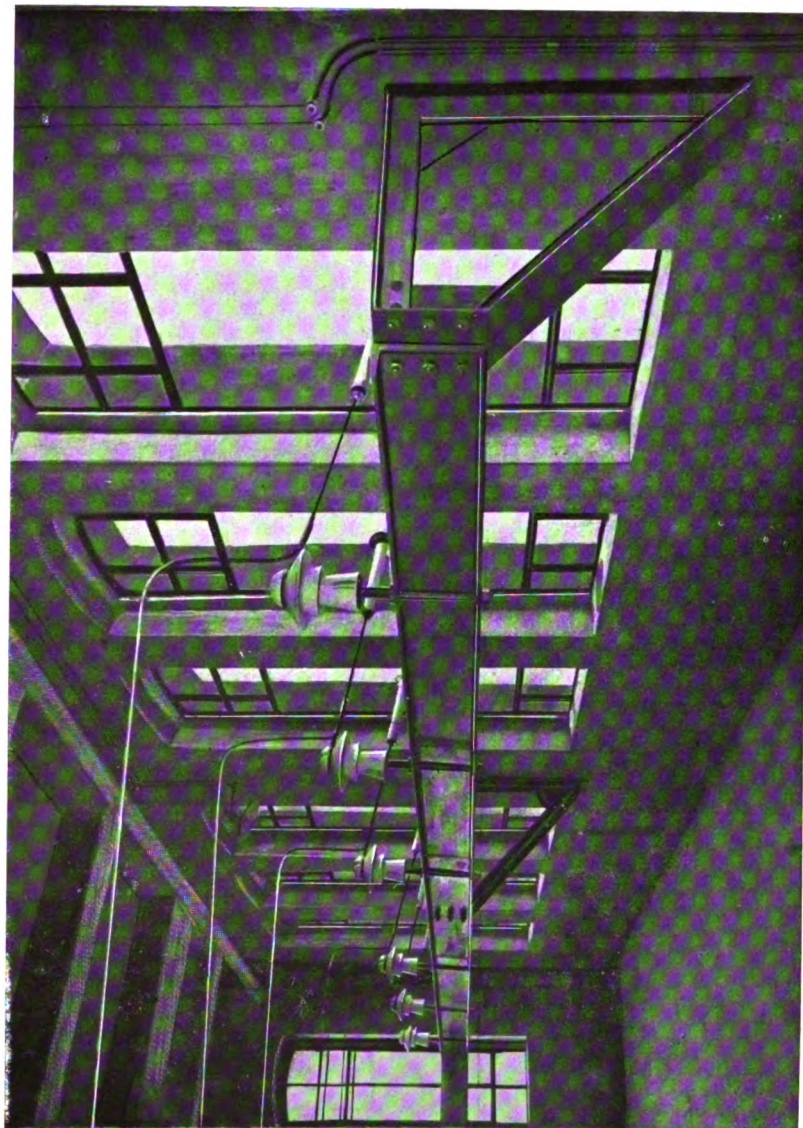
Flli. Himmelsbach, Friburgo: Pali impregnati per la linea elettrica e telefonica Piedimulera-Novara.

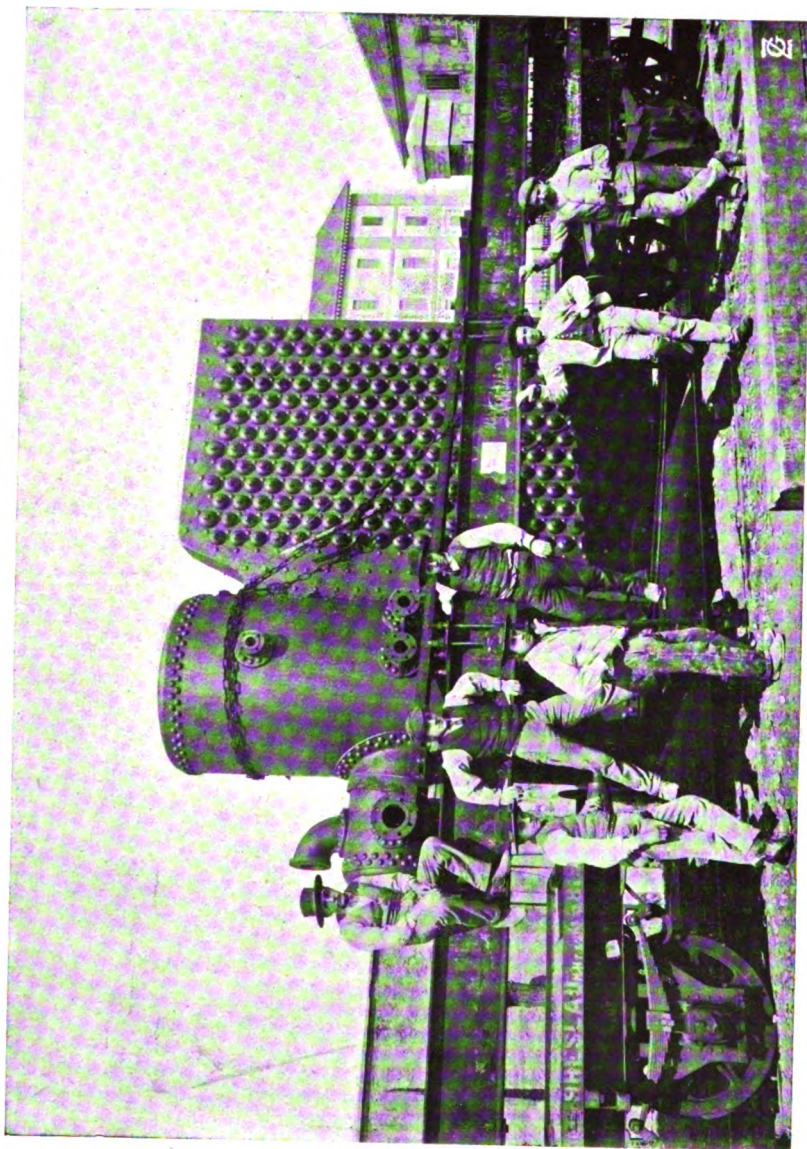
Karlsbader Kaolin-Industrie-Gesellschaft Porzellanfabrik, Merkelsgrün: Isolatori a 45000 Volt per la linea elettrica Piedimulera. Novara.

Officine di Von Roll, Berna: Ganci per isolatori a 45000 Volt.

Officine Giustina Borgomanero: Tralicci e passerelle in ferro.

Perego Arturo & C. Milano: Apparecchi telefonici.

Ceramica Richard-Ginori, Milano: Isolatori per telefono.

Centrale a vapore in Novara

Partenza linee

Centrale a vapore in Novara

Corpo di caldaia Dürr

(Continuazione vedi pag. 141).

III. — DENTATRICE DI " BILGRAM-REINECKER "
COMPLETAMENTE AUTOMATICA.
CHEMNITZ-GABLENZ (1).

(Tav. 40 (III)).

Questa bellissima macchina, la cui disposizione fondamentale è dovuta all'americano Bilgram, viene ora costruita in Europa, dalla Casa Reinecker di Chemnitz-Gablenz, la quale ne eseguisce sia un tipo semplice, non automatico, sia il tipo completamente automatico, che ora descriveremo.

Modo di agire della dentatrice. — Nella macchina di Bilgram si applica il principio dell'inviluppo, in grazia del quale, come si è spiegato nella prima parte di questo scritto (pag. 636 Vol. LV), il profilo del dente risulta quale inviluppo delle successive posizioni relative del profilo del dente compagno, che è costituito dallo spigolo tagliente e rettilineo dell'utensile.

Si è già accennato alla caratteristica disposizione ideata dal Bilgram (pag 640 vol. LV, Tav. 38 (I) fig. 11 e 12), per ottenere un esatto moto di rotolamento della ruota R sulla ruota ideale piano-conica p V p_1; cioè si è spiegato come il Bilgram ricorra all'impiego del settore conico C, disponendolo sull'altra falda del cono primitivo della ruota R, cioè sullo stesso asse A B, ma dall'altra parte del vertice comune V. Il settore C rotola sul piano G, che rappresenta il cono primitivo della ruota generatrice, che ha 90° di semiangolo al vertice, e quindi risulta un piano. Per ultimo i due nastrini di acciaio N N_1 impediscono qualsiasi strisciamento del cono C sul piano G, pur lasciandolo perfettamente libero di rotolare. In tal guisa la ruota R si muove essa pure, con regolare moto di rotolamento, sotto l'azione dell'utensile S, il quale, essendo a fianco rettilineo e debitamente inclinato, darà al dente della ruota la esatta forma di sviluppante.

Vediamo ora come tale principio di lavorazione sia stato tradotto all'atto pratico.

(1) In questo studio, mi è stato di grande aiuto il giovane Ing. Ercole Galassini, mio figlio, sia nella compilazione dei disegni, che nelle esperienze.

La ruota R si fissa sull'albero A B (Tav. 40 (III) fig. 1) che dall'altra parte del vertice, o punto principale V della macchina, porta il settore conico C, che ha lo stesso semi angolo al vertice α della ruota R Settore e ruota si collocano esattamente col vertice nel punto V..

I caratteristici nastri di acciaio N impediscono qualsiasi scorrimento del settore C sul piano di rotolamento.

Le cose però si debbono disporre alquanto diversamente che nella (fig. 1), e precisamente come è indicato nella (fig. 2), per questa ragione. Nelle macchine nelle quali lo strumento lavora soltanto colla punta, come sono le macchine a sagoma (Vol. VL, Tav. 38 (I)), fig. 2) quali la vecchia Gleason, la Dubosc (fig. 4 Tav. 38 (I)), la R. Smith ecc. lo strumento lavora il dente per successive generatrici della superficie conica; ma nelle macchine agenti per inviluppo, del tipo della nuova Gleason (Tav. 5 (II), della Bilgram (Tav. 38 (I) fig. 11), della Monneret (Tav. 38 (I) fig. 13), ciò non si può ottenere, poichè l'utensile si caccia sino al fondo del dente, quindi lavora il fianco del dente stesso conservandosi in questa posizione; ed i punti p, n, m dello spigolo tagliente (Tav. 40 (III), fig. 2) che si alternano nella lavorazione, non si possono muovere di moto convergente nel vertice V, ma si muovono necessariamente di moto parallelo.

Si potrebbe disporre l'utensile S colla punta in p', come nella (fig. 1), e farlo muovere parallelamente alla generatrice V g del cono primitivo; in tal caso il profilo del dente riuscirebbe esatto, ma la punta p' scaverebbe il dente eccessivamente profondo presso la piccola base della ruota, come è indicato in punteggiata nella fig. 1; la qual cosa indebolirebbe molto il dente.

Ad evitare questo gravissimo inconveniente si dispongono le cose alquanto diversamente; si fa muovere lo strumento parallelamente non Vg, ma alla retta V p' h di fondo del dente (fig. 1). Con ciò il dente viene ad avere in tutti i punti la profondità esatta, ma si ha una causa di leggera inesattezza nella forma di esso, perchè si tende ad ingrossarlo alquanto presso la piccola base; è una cosa però di ben poco momento, e l'errore non eccede i limiti di approssimazione che si esigono in simili costruzioni.

Nell'ultimo tipo della macchina del Reinecker le cose sono disposte come nella (fig. 2). In luogo di cambiare la direzione del moto dell'utensile S, come fa il Nardin, il Reincker dispone lo strumento S colla sua punta p sulla orizzontale che passa per V, e lo fa muovere parallelamente a questa retta Vp; quindi sposta tutto il sistema che porta la ruota R, il cono C, i nastri N, il divisore ecc.; facendolo rotare, per mezzo della vite di registro 75,

attorno all' asse V, di tanto che la generatrice di fondo del dente venga a trovarsi sulla orizzontale V p h. In tale posizione la punta p (fig. 2) lavora il fondo del dente, m ne lavora il vertice, ed n la parte intermedia; però n non si muove, come dovrebbe, lungo la generatrice V n del cono primitivo ma parallelamente a V p.

Un' altra piccola causa di inesattezza si ha, spesso, nella scelta del cono, o settore conico di guida C. Il cono C dovrebbe avere esattamente lo stesso semiangolo al vertice α della ruota R; si richiederebbe quindi un numero eccessivo di settori C, per soddisfare a tutte le esigenze della industria. Nella pratica si provvede ogni macchina di un certo numero di settori, nei quali la ampiezza α varia di 2° in 2° poi di 5° in 5°, e si applica sulla macchina il settore che ha l' angolo più prossimo all' angolo della ruota. Nel fare la quale operazione si procede in questo modo.

Supponiamo che non si abbia il settore C coll' angolo α esattamente eguale a quello della ruota. Si sceglierà il settore C′ (Tav. 40 (III) fig. 2 e 3) il cui angolo α_2 si approssima maggiormente ad α. Si mette quindi a posto la macchina, fissando l'albero A B in guisa che faccia esattamente l'angolo A V$g = \alpha$; poscia si sposta alquanto il settore C′ sull'albero A B, scentrandolo, in modo che esso venga a posare sul piano 12, che è il cono primitivo della ruota ideale piano conica g V g, e si fissa C′ all'albero A B in questa posizione alquanto eccentrica:

Anche questo è causa di una leggera inesattezza nel profilo del dente, la quale naturalmente risulta tanto più piccola, quanto minore è la differenza ($\alpha - \alpha_2$). Questo però ci obbliga a disporre le cose in modo che il settore C, o C′ non posi sul piano 12, ma, come diremo, sia sostenuto dalla speciale e ingegnosa incastellatura del porta ruota; talchè il settore giri sui nastri N tesi in aria.

Nella macchina che si è avuto occasione di studiare si ha a disposizione una serie di 27 settori C coi seguenti angoli:

$\alpha = 8°\,3'$; 10° 18′; 12° 40′; 15° 57′; 19° 59′; 23° 58′; 26°; 28°; 30°; 32°; 34°; 36°; 38°; 40°; 42°; 44°; 46°; 48°; 50°; 53°; 56°; 60°; 65°; 70°; 75°; 80°; 85°.

Come si proceda nel lavoro. — La macchina ha un solo utensile S (Tav. 40 (III) fig. 4 e 5) foggiato a forma di V col vertice arrotondato e l'angolo di 31°, al quale corrisponde una inclinazione della retta generatrice dell' evolvente, di 15°, e questo perchè l'utensile S non è orizzontale ma leggermente inclinato, (fig. 1) per ottenere il necessario angolo di spoglia ρ.

L'utensile lavora solo nella andata. Quindi, a differenza della Gleason,

della Smith e della Nardin Ducommun, le quali, avendo due utensili, ultimano entrambi i fianchi di un dente la Bilgram, come la Dubosc, sagoma un solo fianco per volta; perciò il lavoro. anzichè in due tempi, si deve compiere in tre periodi: 1.° sbozzatura del dente, 2.° profilatura dei fianchi destri, 3.° profilatara dei fianchi sinistri.

Per sbozzare si dispone l'utensile come nella (fig. 4), cioè colla sua punta sulla linea $h' h'$ di poco inferiore alla $g g$; e questo si ottiene inclinando opportunamente, col volantino 75, 74 (fig. 2), tutto il sistema Z Y porta ruota, di un angolo β_1 alquanto minore dell'angolo β della base dal dente; cioè si fa $\beta_1 < (\alpha - \alpha_1)$. Quindi si imprime al rocchetto R il doppio moto rotatorio caratteristico ρ e σ, dal che risulta il rotolamento del cono primitivo di R sul piano ideale $g g$.

Quando il rocchetto ha fatto una corsa intera, intendendo con ciò che esso sia passato da destra a sinistra dell'utensile S, avremo scavato un solco conico 1, 2, 3, 4, meno profondo e meno largo del solco definitivo, in guisa da lasciare solo 1 o 2 mm. di materia da asportarsi dall' utensile finitore.

Nella figura si è supposto che, invece di spostarsi la ruota verso sinistra nel senso σ, come avviene realmente, si sposti l'utensile in senso contrario $(-\sigma)$; la rappresentazione riesce più chiara.

Per finire, si incomincia a spostare, con 75 e 74, tutto il sistema generale Z Y del porta ruota, inclinandolo al giusto angolo $\beta = (\alpha - \alpha_1)$ (Tav. 40 (III) fig. 2) in guisa che la punta dell'utensile S cada sulla retta $h h$ (fig. 5) tangente al fondo del dente. Fatto ciò si colloca da prima l'utensile S nel mezzo del vano del dente (fig. 5); poscia si sposta alquanto a destra in S_1 della quantità 2, 6 sino a renderlo tangente al profilo esatto 5, 6, che non esiste ancora, del dente. Tutto ciò si regola con appositi calibri e strumenti di misura, forniti della Casa. In questa posizione si sagomano i fianchi 5,6 di tutti i denti della ruota.

Per ultimo, ricondotto l'utensile in S, lo si sposta a sinistra in S_2 sino a renderlo tangente al profilo definitivo 7, 8, e si sagomano i fianchi 7, 8 di tutti i denti.

Macchine con divisore intermittente e con divisore continuo. — Nelle macchine Bilgram, non automatiche, si trova applicato un divisore comune, che potremo dire intermittente, inquantochè i fianchi dei denti vengono ultimati uno per volta, il rocchetto quindi deve fare tante corse intere quanti sono i denti della ruota, e il divisore agisce soltanto alla fine di ogni corsa intera della ruota, per portare in posizione di lavoro un nuovo dente. Così agisce pure la Gleason (pag. 146), e la Dubosc, che però sono automatiche.

Nella dentatrice automatica Bilgram-Reinecker, si procede in modo

diverso: la ruota R (fig. 7) compie lentissimamente una sola corsa di andata, sotto all'utensile, cioè una sola corsa intera; per contro ad ogni corsa dell'utensile essa gira di un passo. In tal modo i denti si lavorano tutti progressivamente, per gradi eguali; talchè, all'ultimo giro della ruota, essa risulta completamente finita.

È però necessario avere un divisore continuo, intendendo con questo nome un divisore che faccia girare la ruota di un passo ad ogni corsa dell'utensile; e così si ripete la stessa passata sopra tutti i denti, prima di fare la passata seguente. E la ruota, in luogo di fare, come nel tipo non automatico, un solo giro e tante corse doppie di rotolamento, nel tipo automatico fa una sola corsa semplice e tanti giri quante sono le passate che l'utensile deve compiere per ultimare i fianchi dei denti.

Disposizione complessiva della dentatrice Bilgram-Reinecker. — La macchina nel suo complesso è disposta come appare dalla foto-

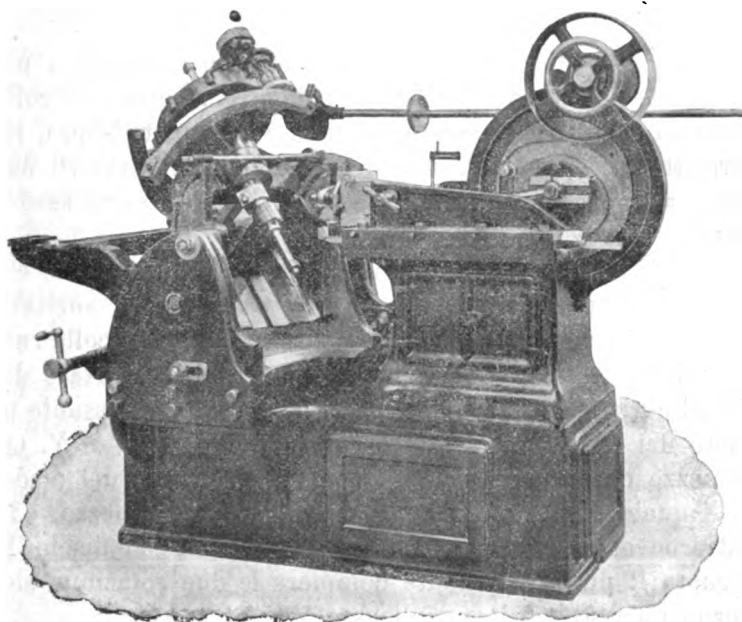



Fig. 6.

grafia (fig. 6), nella quale sarà facile riscontrare le diverse parti rappresentate nel prospetto schematico (fig. 7); nella fronte (fig. 8); nella pianta (fig. 9); e nelle figure dei particolari, (fig. 12, 13, 14), che si riferiscono al divisore continuo, e nelle (fig. 15 a 18) che rappresentano la scatola della alimentazione.

Movimento di lavoro. — (Tav. 40 (III) fig. 7). Tutta la macchina viene mossa con una sola velocità della puleggia 1, che, nella macchina esaminata, fa $n = 340$ giri al 1.′ Il disco manovella 2 colla biella 3, comanda direttamente il braccio P porta utensile, senza accelerazione al ritorno, che non è necessaria, dovendo lasciar tempo alla ruota R di girare di un passo. La ampiezza e la posizione della corsa di lavoro si regolano nel solito modo.

Sollevamento dell'utensile. — Mentre l'utensile retrocede è necessario sollevarlo molto, cioè fino al disopra del dente, per permettere alla ruota R di girare di un passo. Tale sollevamento è prodotto dalla scanalatura sagomata 10 del disco 2, e dal sistema 4 a 9. Il piccolo settore dentato 6, ad ogni mezzo giro del disco 2, fa rotare l'alberello 7 e il disco sagomato 8, il quale, agendo sopra un piccolo rullo portato dal pezzo oscillante 9 fa sollevare e abbassare lo strumento S. Durante il lavoro il disco 8 e il suo mozzo scorrono lungo l'alberello 7, talchè il sollevamento avviene qualunque sia la posizione del braccio P. L'utensile S fa $n = 70$ corse doppie al 1′.

Porta ruota. — Più complicato è il congegno destinato a portare la ruota R che si lavora; perchè esso deve permettere di collocare esattamente a sito la ruota stessa, come si è accennato sopra, inoltre deve permettere a questa di assumere i due moti rotatorii caratteristici, uno ρ attorno al proprio asse, l'altro σ attorno all'asse verticale passante per V.

Nel tipo più recente studiato dal Reinecker il portaruote è costituito da quattro parti principali (fig. 7, 8, 9). Si ha anzitutto un grosso mozzo 15, che abbraccia e sorregge l'albero A B colla ruota R, il divisore 19, il settore C ecc. Questo mozzo 15 è portato da due bracci X, ed è girevole attorno ad un asse orizzontale passante per V, individuato dai grossi mozzi del secondo pezzo, cioè di Y. Questo secondo pezzo consta oltrechè dei montanti Y, anche del disco dentato 14, il quale posa sulla piattaforma 77 del terzo pezzo, ed è girevole attorno all'asse verticale V K, che è normale ai dischi 14, 77. Così la ruota R può liberamente compiere le due rotazioni elementari attorno all'asse A V B, ed all' asse V K.

Ma, per le ragioni spiegate sopra, la ruota non deve essere disposta nella posizione della (fig. 1 e 7), bensì nella posizione della (fig. 2), cioè col fondo del dente sulla retta V p. Per ottenere questo piccolo movimento angolare il Reinecker ha sospeso tutta la piattaforma 77, per mezzo dei due bracci Z, ad un asse orizzontale, individuato dai due mozzi dei montanti M (fig. 8), i quali sono fissi alla basse W della macchina; e così la piattaforma 77, con tutto ciò che

le sovrasta e che essa sostiene, cioè, ruota, albero, settori, nastri, divisore ecc. possono liberamente oscillare attorno a questo asse orizzontale M Z. Tale movimento si produce colla vite 74, 75. Quando l'indice 76 segna zero, vuol dire che l'asse V K è verticale, e sulla retta Vpg si trova il cono primitivo della ruota R (fig. 1 e 7). Allora basta, girando la vite 75, inclinare la piattaforma 76, 77 dell'angolo $\beta = (\alpha - \alpha_1)$ per portare il tutto nella posizione di lavoro, cioè colla retta di fondo del dente sulla $V p h$ (fig. 2), come si è spiegato sopra. Il porta ruote descritto permette di compiere facilmente tutte queste manovre.

Come si ottenga il moto di rotolamento della ruota R. (Tav. 40 (III)) (fig. 7, 8, 9). Questo movimento è composto di due moti rotatorii elementari attorno agli assi A B e V K. Entrambi sono prodotti dalla scatola dell'alimentazione 57, che descriveremo fra poco, e dagli organi 62, 66, e vite perpetua 73, che direttamente fa, rotare il disco 14 con tutto ciò che gli sovrasta, cioè bracci Y, X, mozzo 15 ruota R, divisore 19-29 ecc.

Questa stessa rotazione produce anche l'altra rotazione attorno all'asse A V B della ruota; e questo in grazia del settore C, il quale, nel mezzo è fissato con viti e bracci 20 a 21 al grosso mozzo 17 che fa corpo coll'albero A B, e quindi colla ruota R, e colla cassa 19 del divisore. Il settore poi è trattenuto agli estremi dai nastri N che lo obbligano a rotolare, senza strisciare, sul piano 11, il quale è fisso di posizione ed è sostenuto da due mensole 23, fuse assieme coi montanti Z della piattaforma 77.

Quindi se la piattaforma dentata 14, Y, X, 15, R girano attorno all'asse verticale V K, il mozzo 17 e tutto ciò che esso porta, cioè, ruota R, divisore 19 a 29 ecc. roteranno attorno all'asse A B.

Forma e disposizione del settore conico. — I settori conici C di grande apertura cioè coll'angolo $\alpha = 26° \div 85°$, hanno la forma della (fig. 10), essi si fissano con viti 21-20 al mozzo 17. Per contro i settori C_1 di piccola apertura, $\alpha = 8° 3' \div 23° 58'$, hanno la forma della (fig. 11) e si applicano sul dosso della cassa del divisore 19 (fig. 7); la quale pure è collegata e fa corpo coll'albero A B e colla ruota R. Il piano, sul quale sono tesi i nastri d'acciaio N, si fissa nella posizione 11 pei grandi settori, e nella posizione 12 per i piccoli.

Si avverta però che la posizione dell'albero A B si fissa rigidamente per mezzo della chiavarda 13, che unisce X ad Y, e così si determina esattamente l'angolo al vertice α; il che ci permette di disporre il settore C non posato sul piano 11, ma sospeso al mozzo 17 che lo porta; in guisa che esso rotola sui nastri N tesi in aria fra i

mozzi delle mensole 23 (fig. 8). Questa disposizione è necessaria per poter usare settori i quali abbiano un'apertura α_2 alquanto diversa da α (fig. 2 e 3). In tal caso, facendo scorrere il braccio arcuato 21 del settore, sul braccio curvo 20 del mozzo 17 (fig. 7) si abbassa (o si alza) alquanto il settore C, facendolo rotare attorno al punto principale V, sino a toccare la retta ideale g V g. Ma naturalmente, col rotare del sistema, il settore, che in tal caso è alcun poco eccentrico rispetto all'albero A B (fig. 3), si scosta alquanto dal piano g V g. Se l'angolo α non fosse individuato per mezzo della vite 13, ma la ruota fosse condotta dal settore C, posato sul piano 11, l'angolo α andrebbe variando col rotolamento, il che darebbe luogo ad inesattezze maggiori, che non colla disposizione adottata, la quale per di più ha il grande pregio di dare una fermezza molto maggiore a tutto il portaruote.

Divisore continuo (Tav. 40 (III) fig. 7 12 13 14). — Questa macchina è dotata di un divisore speciale, che potremo chiamare continuo, perchè il primo mobile gira in modo continuo ed uniforme e l'ultimo si muove di moto intermittente, in guisa da fare avanzare la ruota R di un passo, ad ogni corsa dell' utensile. L'apparecchio è portato dalla cassa 19, che racchiude la grande ruota divisoria 40. Questa ruota è fusa assieme al tubo 16, che abbraccia l'albero A B e gli è reso solidale, in grazia dell'unione conica 22. Di tali alberi A B se ne ha una serie di ricambio, per adattarli ai diversi mozzi delle ruote R.

Si hanno così tre specie di movimenti rotatorii. La piattaforma 14 con Y X e il grosso mozzo 15, non fanno che rotare attorno all' asse verticale V K, ma il mozzo 15 non compie alcuna rotazione attorno al proprio asse geometrico, esso non fa che portare in giro tutto l' equipaggio, doppiamente mobile, investito nel suo grosso foro. Per contro tutto il rimanente dell'equipaggio mobile, cioè il fuso A B colla ruota R, il doppio mozzo 16 e 17, colla cassa 19, la ruota madre 40, e il divisore 29 a 39, riceve dal settore C 11 un secondo moto di rotazione, attorno all' asse A B; il quale moto, sommandosi col primo, produce il voluto movimento di rotolamento. Ma oltre a ciò una porzione di questa seconda parte dell'equipaggio mobile, cioè il fuso A B colla ruota R e la grande ruota madre 40, girano in modo intermittente attorno all'asse A B di un piccolo angolo, corrispondente al passo della ruota R, ad ogni corsa attiva dell'utensile; e questo rapido movimento intermittente è prodotto dal divisore continuo, 29 a 39, che ha la seguente disposizione.

La (fig. 13) rappresenta l' esterno della cassa 19; la (fig 12) la parte interna del coperchio 19; e la (fig. 14) una sezione.

L' albero principale 1 (fig. 7) per mezzo delle ruote elicoidali 24, 25, 26, dell'albero allungabile 27, delle ruote elicoidali 28, 29, 30 e della vite a tre pani 31 (fig. 12) imprime un mòto rotatorio continuo ed uniforme alla ruota 32 (fig. 12, 13) la quale imbocca colla 33. Ma le 32, 33 sono due ruote speciali; la 32 ha due denti solo, costituiti dai due boccioli 42 42' e due arresti 43, 43'. Il disco 33 presenta, sulla faccia piana, che è affacciata alla 32 (fig. 7 e 14) due scanalature rettilinee a croce 55, nelle quali penetrano i due cilindretti 42, e 4 scanalature circolari 44, 44', (col centro in 32) nelle quali penetrano i denti cilindrici di arresto 43, 43'.

Mentre il bocciolo 42 sta per abbandonare la ruota 33 (fig. 12), l'arresto 43, cacciandosi nella scanalatura 44 immobilizza la ruota stessa, e la tiene ferma, finchè l'altro bocciolo 42', entra per 55 nella scanalatura a croce, il che succede nello stesso istante nel quale l'arresto 43 esce dalla scanalatura circolare 44. Si vede agevolmente come, ad ogni giro della ruota 32, il disco 33 avanzi di mezzo giro; però non in modo uniforme, ma intermittente, e precisamente, se dividiamo in quattro parti eguali il tempo impiegato dalla 32 a fare un giro:

nel 1.° quarto, a partire dalla posizione della (fig. 12), la 33 rimane, ferma, perchè immobilizzata dalla sporgenza 43 che scorre quasi senza giuoco nella scanalatura 44.

nel 2.° quarto, il cilindretto 42' imbocca la scanalatura a croce 55, e, dopo aver fatto rotare la 33 di 90°, la abbandona nel punto occupato in figura dal cilindretto 42. Nello stesso istante l'arresto 43' si caccia entro la scanalatura circolare 44'.

nel 3.° e 4.° tempo si ripetono le stesse vicende. Talchè il disco 33, tutto il divisore e la ruota R, nel 1.°, 3.°, 5.°, 7.° ..... quarto si muovono; nel 2.°, 4.° e 6.°,..... quarto stanno fermi. Gli intervalli di moto e di riposo sono di durata perfettamente eguali fra loro, e durano 90.° I riposi corrispondono alle corse di lavoro, laddove le rotazioni corrispondono alle corse di ritorno dell' utensile.

La 33 poi, per mezzo delle ruote di ricambio 34, 36 della aziosa 35, 50 (fig. 7-14) trasmette il moto, colla 39 e 40, al fuso A B, e quindi alla ruota da tagliare R.

Un disco di sicurezza 41 è posto sull' asse 36 (fig. 13); nei suoi lunghi denti si caccia la punta cuneiforme 48 di un pezzo di arresto 46. Questo è necessario per assicurare la perfetta immobilità della ruota R durante l'azione dell'utensile, non essendo sufficiente garanzia a ciò l' arresto 43, 44 delle ruote 32, 33, (fig. 12). Nell' istante nel quale il divisore deve funzionare l'arresto 48 viene sollevato dal sistema 45, 46, 47; ma poi viene richiuso subito dopo, dalla molla 49.

È un meccanismo molto bene studiato, che funziona perfettamente

bene, con tutta sicurezza, e senza far rumore. Tutte condizioni necessarie da raggiungere; perchè si tratta di un meccanismo che deve funzionare un grandissimo numero di volte, cioè una volta ad ogni corsa attiva dell'utensile, circa 70 volte al 1'. In tali condizioni un meccanismo mediocre, come pur se ne trova, non potrebbe assolutamente andare.

La macchina ha una dotazione di ben 64 ruote di ricambio 34, 36; e 24 dischi di arresto 41, per soddisfare a tutte le esigenze. A togliere ogni gioco fra le ruote 39 e la ruota madre 40, l'alberello 36, 81 della 39, è infisso in un bossolo 52, alquanto eccentrico (figura 12, 14), il che ci dà mezzo di poter regolare la distanza delle ruote 39 e 40, e correggere qualsiasi gioco anche minimo.

Disposizione per mettere l'utensile nella giusta posizione di lavoro. (Tav. 40 (III) fig., 7 e 14 — Per finire il dente, dopo averlo abbozzato, si mette da prima l'utensile S nel bel mezzo del vano, scavato durante la sbozzatura, (fig. 5), poi è necessario spostarlo alquanto a destra od a sinistra in S_1, od in S_2. In realtà però non si sposta l'utensile, ma si fa girare alquanto la ruota R, fino a portare il profilo 5, 6 del dente ultimato, proflo che è ancora da eseguire, ed essere tangente alla faccia laterale dell'utensile come S_1 od S_2.

Per ottenere questo piccolo spostamento della ruota R si ha la seguente disposizione, applicata all'albero 81 della ruota 39 (figura 7, 8, 14).

Questo alberello 81 (fig. 14), porta calettata la ruota 36 e il disco 37, per contro su di esso sono investiti folli, il disco 38 e la ruota 39 che formano un sol pezzo. I dischi 37, 38 sono graduati, ed inoltre portano una serie corrispondente di piccoli fori (fig. 8, 14), in uno dei quali si caccia la spina 53, e così si ottiene maggior precisione nello stabilire esattamente la loro posizione relativa.

Posta la spina 53 nel foro zero, si colloca lo strumento nel mezzo del vano (fig. 5); poscia, senza muovere affatto il disco 37, si fa girare il 38, 39, 40, R fino alla posizione voluta, quindi si caccia la spina nel nuovo forellino, e si rendono solidali i due dischi col chiudere a fondo le viti 54. Ultimata la sagomatura dei fianchi destri, si gira di altrettanto il disco 38 dall'altra parte dello zero, e si procede alla sagomatura dei fianchi sinistri.

Scatola per il cambio delle velocità di alimentazione. (Tav. 40 (III)) fig. 7, 15 a 18). — I molteplici e complessi movimenti di alimentazione vengono tutti prodotti dalla vite perpetua 73, che imbocca col disco 14, portato dalla piattaforma oscillante 77 (fig. 7). È pregio di una buona macchina utensile avere una numerosa serie di velocità di alimentazione. Questa macchina ne ha 12, oltre all'inversione di

marcia, la quale ci permette di fare la rotazione di tutto l'equipaggio mobile 14, Y, X, A B, R tanto a destra quanto a sinistra.

Queste 12 velocità si ottengono per mezzo della scatola 57 dei cambiamenti di velocità, collocata di fianco e sotto al disco manovella 2. È una piccola scatola di 328 mm. di diametro e grossa appena 42 mm. Essa contiene ben 50 piccole ruote, a fina dentatura, disposte come appare nel prospetto, tolto il coperchio (fig. 15), nella sezione (fig. 16), e nello sviluppo (fig. 17).

Il moto entra per l'alberello 56 della ruotina superiore, ed esce per la ruota centrale 63, la quale, per mezzo di 64, 65, 66, 73 fa girare il disco 14 (fig. 7 e 16).

La corona dei 48 rocchetti è formata da 24 coppie di rocchetti investiti due a due sullo stesso perno. Le 24 coppie sono disposte in quattro gruppi eguali di sei coppie ciascuno.

${}_1a$, ${}_1$A ; ${}_1b$, ${}_1$B ; ${}_1c$, ${}_1$C — ${}_2a$, ${}_2$A ; ${}_2b$, ${}_2$B ; ${}_2c$, ${}_2$C

${}_3a$, ${}_3$A ; ${}_3b$, ${}_3$B ; ${}_3c$, ${}_3$C — ${}_4a$, ${}_4$A ; ${}_4b$, ${}_4$B ; ${}_4c$.

Le ruote imboccano fra loro in modo da girare tutte simultaneamente, però non con la stessa velocità, ma con velocità decrescente dalla prima ${}_1a$ all' ultima ${}_4c$; in guisa tale che mentre la prima ${}_1a$ fa 16 giri, l'ultima ${}_4c$ ne fa uno soltanto. In questo modo basta portare il piccolo rocchetto planetario 62 in una delle posizioni di imbocco 1, 2, 3, 4...... 11, 12, per ottenere questa o quella velocità d'alimentazione, fra le 12 che sono a nostra disposizione.

Sopra ogni asse si hanno due ruotine solidali fra loro, le quali si trovano presso la punta, o in mezzo, o presso la base del fuso che le porta. Le prime sono indicate, nella (fig. 15) con linee piene, le seconde con linee a lunghi tratti, le terze con punteggiate.

Per tutti questi rocchetti vi sono soltanto tre diametri, cioè 35 e 40 mm. per le ruote interne *a, b, c*; e 40, 45 mm. per le ruote esterne A, B, C. Talchè, colla disposizione indicata nella fig. 17, le 12 velocità formano una progressione geometrica colla regione $^{45}/_{35} = 1,2857....$ dalla ${}_4c$, alla ${}_1a$. Il rocchetto planetario 62 trova, in ognuna delle 12 posizioni, una ruota di 40 mm. colla quale imboccare.

Inversione del moto. — Ad ottenere che l'alimentazione si possa fare tanto in un senso quanto nell'altro, si ha la seguente disposizione; sull'alberino 56 (fig. 16) si trovano folli le due ruote 58, 59; l'una o l'altra delle quali si rende solidale all'albero 56 col bottone a vite 60 e la bietta trasversale 61. Ora la 58 imbocca colla ${}_1a'$ mentre

la 59 e la $_1a$ imboccano colla $_1A$; quindi, senza cambiare affatto il valore assoluto delle velocità, le $_1a$, $_1A$, e tutte le altre, invertiranno il senso della loro rotazione a seconda che con 61, 60 si renda solidale coll'albero 56, o la ruota 58, ovvero la 59.

Il trasporto della ruota planetaria 62 si effettua in questo modo. Il coperchio della scatola (fig. 16 e 18) è dotato di un disco 72, che porta internamente la ruota 63 e il rocchetto planetario 62. All'esterno gli è assicurato, con viti, l'anello dentato 68 che imbocca col rocchetto 69, il quale, per contro, è fisso al coperchio della scatola; il raggio del rocchetto 69 è $^1/_3$ di quello della 68, esso inoltre porta sul suo rovescio un piuolo 71, che può entrare in uno dei quattro appositi incavi del coperchio.

Se si tira in fuori il manubrio 70 e si fa girare, girerà pure la ruota 69, la 68, il disco 72 ed il rocchetto planetario 62. Nel passare del piuolo 71 dall'uno all'altro dei 4 fori a 90° del coperchio, il rocchetto 62 si sposta precisamente di un $^1/_{12}$ di giro, cioè assume una delle 12 posizioni di lavoro indicate dalla freccia e dal grosso numero inciso sul coperchio (fig. 18).

Un volantino festonato 67 serve a far girare a mano tutto il sistema, quando 58, 59 siano folli, o quando il rocchetto 62 non sia in posizione di lavoro.

Tutto questo meccanismo, di dimensioni veramente minime, ha un andamento affatto silenzioso, funziona perfettamente, e non da luogo, fra la prima e l'ultima delle sue numerose ruote, a giuochi nocivi, il che è dovuto alla sua costruzione inappuntabile.

Alcuni dati. — Il Reinecker fa tre grandezze di questa macchina, il N. 2, che è quello esaminato, fa $n = 340$ giri, coll'albero principale, ed $n = 70$ corse doppie coll'utensile. Esso può tagliare ruote i cui diametri siano compresi fra $50 \div 400$ mm. con un angolo al vertice 2α compreso fra $14^0 \div 166^0$.

Il minimo rapporto di trasmissione fra le ruote estreme, che si possono tagliare è di un ottavo.

La macchina esaminata ha tagliato un rocchetto di acciaio naturale, con 12 denti lunghi 40 mm. di modulo $m = 7$, impiegando un ora e mezzo nello sbozzarlo, e un'ora a finirlo, in totale circa 3 ore, comprese le manovre.

È una macchina piuttosto lenta, ma che eseguisce il lavoro in modo forse superiore alle altre. Inoltre essa è studiata e costrutta in modo veramente inappuntabile dal Reinecker.

Denti corretti. — Anche la Bilgram, come, del resto, tutte le dentatrici che agiscono per inviluppo, quali la Gleason, la Nardin ecc. possiede la proprietà di potere eseguire denti a forma di sviluppante colla retta generatrice inclinata di un angolo φ qualunque sulla retta dei centri. Questa proprietà, per le ragioni esposte (a pag 150 Vol. LVI) a proposito della Gleason, è molto utile nella pratica, perchè permette di fare i denti dei rocchetti più grossi alla base, e più sottili in punta, in guisa da abbassare di molto il numero minimo dei denti, pel quale incomincia a manifestarsi la così detta interferenza.

Per ottenere una sviluppante con un dato angolo φ, basta fare uso di un utensile S (Tav. 5 (II) fig. 6) che abbia l'angolo al vertice $= \varphi$ (più la leggera correzione dovuta all'angolo di spoglia, e la macchina di per sè genererà il profilo desiderato, senza che l'operatore debba preoccuparsi di altro. Così si opera colla Gleason.

Nella macchina Bilgram-Reinecker però non si segue tale pratica, ma si giunge ad un risultato analogo applicando un altro principio, consistente nella così detta *correzione dei denti;* la quale, data la disposizione della macchina, risulta assai più facile e comoda, perchè non occorre cambiare l'utensile, usandosi anche per i denti corretti, lo stesso utensile S coll'angolo di 31° (figura 4 Tav. 40 (III)). La qual cosa torna molto vantaggiosa perchè, per mettere l'utensile S, nella giusta posizione di lavoro, il Reinecker si vale di calibri e di una numerosa serie di piccoli blocchetti di acciaio, lavorati a 0,02 mm. di precisione, i quali servono solo per l'angolo di 31° e quindi sarebbe costoso e difficile doverli sostituire con altri.

La correzione si applica quando il numero dei denti del rocchetto P scende al disotto di un certo valore, in guisa che i denti della ruota compagna, impuntandosi nei denti del rocchetto non potrebbero nè entrare nè uscire. La correzione consiste nell'assegnare ai denti del rocchetto una sporgenza maggiore, ed una rientranza minore del normale, per rispetto al circolo primitivo; e reciprocamente per la ruota, una sporgenza minore ed una rientranza maggiore del normale, conservando però inalterata la altezza totale dei due denti.

Le fig. 19 a 21 (Tav. 40 (III)) rappresentano un esempio di correzione, come viene praticato dal Reinecker.

Si tratta di un imbocco fra una ruota R ed un rocchetto P, cogli assi a 90° e coi seguenti dati.

Numero dei denti	$Z_r = 37$	$Z_p = 14$
Modulo	$m = 5$	$m = 5$
Diametro circolo primitivo D_{op} .	$d_r = 185$	$d_p = 70$ mm.
Semiangoli al vertice	$A_r = 69° 16'$	$A_p = 20° 44'$
Distanza	$E = 98,9$ mm.	

La (fig. 20) rappresenta il tracciamento usuale dei denti, fatto colla retta generatrice T n T inclinata di 15°, e coi denti aventi una sporgenza eguale ad $m = 5$ mm. ed una rientranza eguale a $1,1236 \times m = 5,618$ mm., il che ci dà un'altezza totale di mm. 10,618.

Gli angoli τ della punta dei due denti e β della base, risultano per entrambi i rotismi eguali a $\tau = 2^0\,54'$ e $\beta = 3^0\,15'$.

Un ingranaggio così fatto non potrebbe funzionare, perche il dente 1_1 di R_1 si impunta fra i denti $2_1\ 4_1$; e similmente il dente 3_1 non uscirebbe più dal vano $4_1\ 6_1$, perchè la traiettoria relativa descritta dai punti più sporgenti dei denti $1_1\ 3_1$ penetrerebbe nell'interno dei fianchi dei denti del rocchetto P_1.

Per mettere l' ingranaggio in condizioni di funzionare, senza nè scavare le basi dei denti del rocchetto P_1, nè cambiare l' angolo della retta generatrice T n T, si fa la correzione del dente. A tale scopo bisogna calcolare l' angolo φ di correzione.

Questo angolo si desume da un apposito quadro grafico fornito dalla casa costruttrice, in grazia del quale, in base al numero dei denti Z_r della ruota e Z_p del rocchetto, si trova, dopo breve calcolo, il valore dell'angolo di correzione φ.

Nel caso nostro la correzione risulta eguale a $\varphi = 0^0\,54'$. Talchè gli angoli delle punte e delle basi dei denti, sia della ruota che del rocchetto, come pure la sporgenza e la rientranza dei denti stessi, risultano modificati come nella (fig. 21), e come indica l'annesso specchietto:

Rocchetto P	Punta	$\tau_1 = \tau + \varphi = 2^0\,54' + 0^0\,54' = 3^0\,48'$	mm. 6,57	mm. 10,62
	Base	$\beta_1 = \beta - \varphi = 3^0\,15' - 0^0\,54' = 2^0\,21'$	mm. 4,05	
Ruota R	Punta	$\tau_2 = \tau - \varphi = 2^0\,54' - 0^0\,54' = 2^0\,0'$	mm. 3,45	mm. 10,62
	Base	$\beta_2 = \beta + \varphi = 3^0\,15' + 0^0\,54' = 4^0\,9'$	mm. 7,17	

La altezza totale dei due denti rimane invariata; ma risultano modificate notevolmente la sporgenza e la rientranza dei denti stessi; talchè i denti 2, 4, 6 del rocchetto P vengono ad essere molto più slanciati, e sottili in punta, per contro i denti 1, 3, 5 della ruota R risultano più larghi in punta e più grossi alla base; con tale forma il dente 1 di R può entrare fra i denti 2, 4 del rocchetto compagno P e poscia uscirne.

Con questo artificio però si sposta la posizione della retta di azione, la quale nella (fig. 20) è la $a\ n\ b$, e nella (fig. 21) si sposta in $g\ n\ h$; accorciandosi del tratto $a\ g$ a destra, e prolungandosi del tratto $b\ h$ a sinistra, cioè si raccorcia l'arco di accesso, e si prolunga l'arco di recesso, o viceversa, a seconda che il rocchetto è conduttore o condotto.

La correzione si effettua sopra questa macchina con tutta facilità, perchè dopo aver disposto la ruota nella posizione della (fig. 1, Tav. 40 (III)) cioè inclinata dell'angolo A_p od A_r; si fa poi girare tutto il sistema porta-ruota Y Z (fig. 2) per mezzo della vite 74, 75 non dell'angolo $\alpha - \alpha_1 = \beta = 3^0 15'$, ma di un angolo minore $\beta_1 = 2^0 21'$ pel rocchetto, e di un angolo alquanto maggiore cioè $\beta_2 = 4^0 9'$, per la ruota. I rotismi tagliati con queste norme funzionano assai bene.

Senza entrare in ulteriori particolari, da che per l'uso della macchina è necessario ricorrere alle istruzioni fornite dal fabbricante, ci pare che le poche nozioni esposte bastino per dare una idea sommaria del modo di agire di questa ingegnosa macchina, che è certamente una delle migliori che vanti l'industria meccanica moderna.

Prof. Ing. Alfredo Galassini.

(*Continua*).

IL SARCOFAGO E LA STATUA EQUESTRE

DI

BERNABÒ VISCONTI.

Il guerriero e principe dal fiero cipiglio, chiuso tutto quanto in una poderosa armatura dalle sigle misteriose e dall'orrido biscione a tergo, il duca Bernabò Visconti, pur relegato come è ora in un camerone del Museo di non grandi proporzioni par si rizzi animoso puntandosi sulle staffe in atto di orgoglioso disfida, quale appariva agli umili officianti della chiesa di San Giovanni in Conca, allorchè quella statua si ergeva dietro l'altar maggiore di quel tempio.

Nulla in quel simulacro delle arti gentili di cui già Giovanni di Bal duccio da Pisa, sotto Azzone Visconti, aveva dato mostra nell'arca di San Pietro Martire o nei bassorilievi di Pizzighettone che adornavano la chiesa dei Carmini entro il recinto del Castello di Porta Giovia: cavallo e cavaliere si direbbero tratti da un sol blocco mastodontico di marmo, così a grandi colpi, sprezzando ad arte ogni aggraziatura che mal pareva adattarsi al soggetto.

É una delle prime statue equestri isolate apparse nel medio evo, e il possente signore di Milano aveva voluto vivente, e nella maggior pompa dei suoi destini verso il 1370, gli fosse eretta quella guerresca effigie, quasi ad incuter meglio nei suoi soggetti e contro i molti nemici che di soppiatto gli muovevano ostacoli, il terrore della sua apparizione.

L'arte entrava per poco in quella ordinazione e forse si volle a bello studio un cavallo in pieno assetto di guerra e dalle forme grezze e senza garbo, tanto che a sorreggerne la mole, non potendo bastare le quattro zampe d'apparenza simili a quelle di un corpulento elefante, veniva la gran pancia dell'animale su cui più premeva il guerriero sostenuta da due minuscole figure rappresentanti le virtà del duca visconteo, la forza col leone vicino di cui poteva a ragione gloriarsi, e la giustizia, non sempre da lui troppo rigorosamente osservata, quantunque nel monumento stesso porti la scritta di *souveranye.*

Particolare curioso è quella sella alta che non s' usava fra noi ma piuttosto nei tornei in Francia ed in Germania e di là dice il Litta deve averne importato l'uso Bernabò Visconti nei suoi anni d' esiglio, benchè si dilettasse il duca della caccia piuttostochè dei finti cimenti guerreschi in campo chiuso.

Se la parte superiore del sarcofago ben si addice ad ardimentoso e terribile principe, l' arca poderosa in basso sorretta da sei colonne nel perimetro esterno e da altri sei pilastri ottagonali alquanto più indentro tutte, colonne e pilastri, decorate con profilature e disegni in oro che il tempo non ha ancora del tutto appannati, riproduce invece le consuete scene religiose di simili monumenti, con molti santi ritti in piedi in entrambi i lati maggiori.

Nel fianco destro che doveva forze offrirsi pel primo all' occhio dell' osservatore in San Giovanni in Conca, vediamo intorno all' effigie del Cristo crocefisso, fra la Vergine Madre e San Giovanni e avente ai piedi la Maddalena dalle lunghe chiome sparse al vento, San Giorgio a sinistra che presenta il defunto ginocchione alla presenza dei santi designati superiormente con iscrizioni gotiche, San Cristoforo, San Giacomo, San Giorgio a sinistra, Sant' Ugo, Sant'Antonio e San Giovanni evangelista a destra.

È la pietà invece, e cioè il Cristo uscente ignudo dall'avello che figura nel centro del lato opposto, e gli stanno ai finchi a sinistra San Barnaba, San Bernardo e San Giovanni Battista, quest'ultimo colla scritta consueta: *Ego, vos clamantis in deserto,* e a destra San Domenico pensoso con libro fra le mani, San Gottardo e San Cosma.

Sulla zona più stretta dell' arca che trovasi nella parte anteriore, quasi ad attestar meglio la fede religiosa, assai discussa, del defunto stanno i quattro evangelisti seduti in cattedra ed aventi ognuno il simbolo per cui va distinto iconograficamente, fatta eccezione, non si sa perchè, di S. Matteo, cui manca l'angelo a tergo, e nelle due lesene laterali figurano i padri della Chiesa San Gregorio cui la mistica colomba susurra all'orecchio e San Gerolamo.

È invece la scena della incoronazione della Vergine per mano del Cristo Redentore e quale vedesi, con maggior senso d' arte del resto, nell'altare di Carpiano, che figura nell'opposto lato corrispondente fra i due Padri della Chiesa Sant'Ambrogio, collo staffile tra le mani, e Sant'Agostino di riscoutro, non designato però dal nome suo per essere andato infranto e smarrito il listello marmoreo superiore.

Poco v'è a dire e non molto o lodare in realtà, per quanto concerne lo stile artistico del lavoro in tutto campionese, ma senza quelle speciali doti di sentimento di cui in qualche caso, diedero mostra quegli

scultori del lago di Lugano, come nell' altare anzidetto di Carpiano e nella lastra tombale degli Aliprandi in San Marco, il primo dei quali è di oltre 25 anni posteriore al sarcofago di Bernabò Visconti, ed essendo stato ordinato dai Certosini di Pavia ad uso d' altar maggiore del tempio, venne eseguito con particocolar cura ed amore e dai più valenti certo di quella locale scuola d' artisti.

Nell' arca di Bernabò infatti qaattro specchi del sarcofago hanno figure tozze e senza espressione, e il soggetto meglio svolto è ancor quello dell' Incoronazione della Vergine, spesso riprodotto dagli artisti di Campione e in cui la maestranza tecnica aveva assunto non so qual speciale valentia.

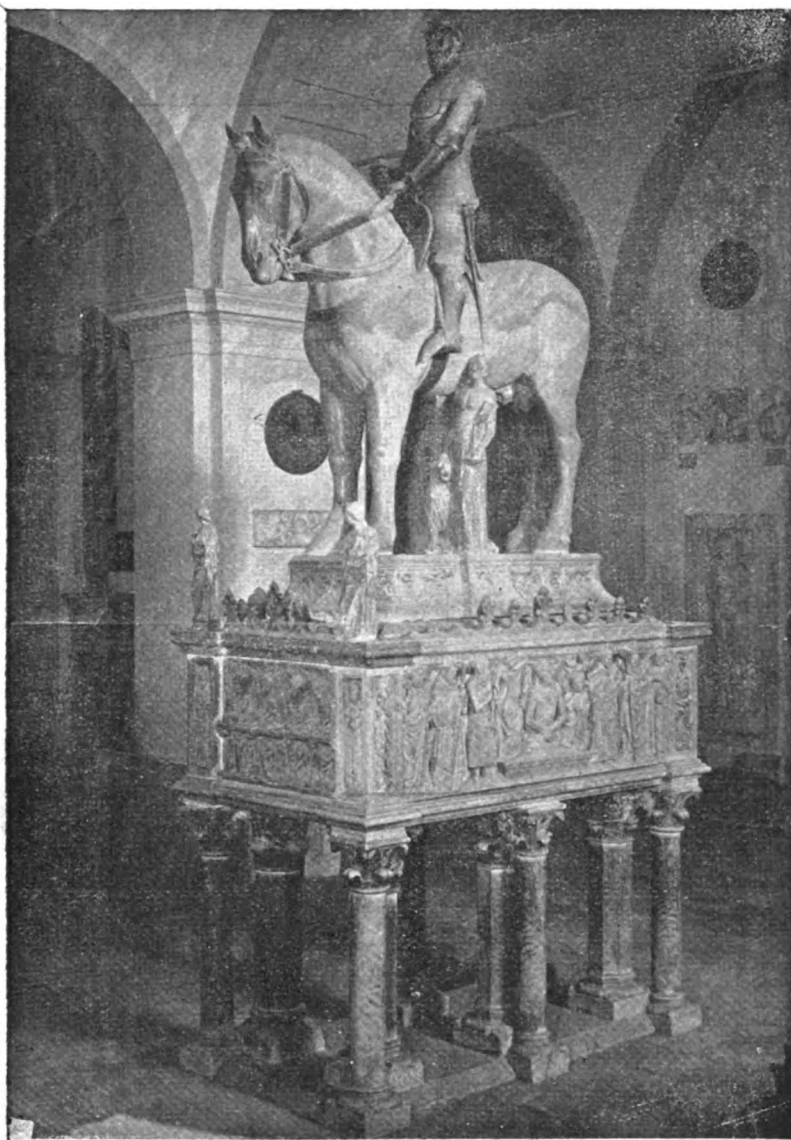
Notevole è in ogni modo che artisti dediti più che altro al semplice bassorilievo, siansi, nel mausoleo di Bernabò, avventurati a foggiare cavallo e cavaliere di tondo, riuscendo ancora abbastanza bene all'assunto loro per quanto già abbia taluno notate le forme tozze e sgraziate il particolar modo del cavallo.

Il monumento, quale vedesi ora al Museo, di Bernabò Visconti è un semplice cenotafio e cioè privo delle ceneri del defunto al pari dell'arca che gli sta vicino della consorte sua *Domina Catherina*, sorella di Cansignore della scala, *quae domina regina nuncupabatur,* come dicono concordi i cronisti.

I resti corporei del duca furono trasportati fino dal 1814 da San Giovanni in Conca, chiesa assegnata allora al poco decoroso ufficio di rimessa delle vetture di corte, al non discosto tempio di S. Alessandro ove, nella prima cappella di destra, leggesi apposito ricordo epigrafico di quel trasferimento.

Sotto a quel marmo vennero poi collocate nel 1891 le ossa di Regina della Scala, la cui arca funeraria era rimasta quasi dimenticata nella cripta di S. Giovanni in Conca, e fu solo nel 1863 trasferita di là nella gran sala del Museo archeologico nel palazzo di Brera.

In ogni modo, come le loro spoglie mortali a Sant'Alessandro, anche i due sarcofaghi sia a Brera, che nei due collocamenti che ebbero nel Museo di Porta Giovia, dapprima sotto il portico della cappella ducale dove nella quiete dei meriggi o verso le ore di sera, quel grandioso monumento con statua equestre e che il cronista Azario chiamava ai suoi tempi *mirabilis* e bello, rassembrava in tutto alla statua del temuto commendatore del Don Giovanni di Mozart, e poscia, da qualche anno, nella minor cappella, a destra di quel portico, vicino all'altro ricordo visconteo di storica memoria e cioè all'antica porta della chiesa di San Gottardo, ove cadde pugnalato nel 1412 Giovanni Maria Visconti.

Nè l' esodo di quel mastodontico monumento parrebbe ultimato che

Sarcofago di Bernabò Visconti.

già s'è avvisato alla miglior collocazione che troverebbe in una vicina sala di maggiori dimensioni, benchè data la spesa rilevante che richiedono siffatti trasporti, e i facili eventuali guasti cui si va incontro, possa ritenersi ormai difficile questa nuova peregrinazione, tanto più che sotto il rispetto archeologico i due ultimi trasferimenti non valsero a far decifrare, come avrebbe saputo far solo il Forcella, le scritte misteriose che si svolgono quà e là sulla corazza del duca e fino sui finimenti del suo destriero, intorno alla cui interpretazione esatta si adoperò invano il Litta e furono esposte opinioni diverse.

Benchè in luogo non sacro ed in ambiente di non ampie dimensioni il sarcofago di Bernabò Visconti colla vicina arca della consorte, può dirsi ancora uno dei monumenti più suggestivi della rocca sforzesca, e, così ne fosse dato di vedere in quel recinto la tomba di mano di Giovanni di Balduccio da Pisa, stata eretta ad Azzone Visconti, salvata per miracolo da un conte Anguissola, che la cedette poi al principe Trivulzio sul finire del secolo XVIII dall'estrema rovina e che giace ora scomposta e negletta nel palazzo omonimo di Sant' Alessandro.

E valesse almeno al riguardo l'assioma del diritto giustinianeo, che ciò che fu di pubblica ragione un giorno non possa per verun motivo divenire poi di proprietà privata!

Ma ciò che parla più vivamente alla fantasia in questa rude tomba di Bernabò Visconti che l'altero signore di Milano si faceva erigere vivente, quasi per emulare in ciò i Della Scala di Verona, non è tanto il complesso artistico della sua mole quanto il personaggio stesso così strano di Bernabò, un misto di barbarie e di soldatesca energia la cui memoria è ancor viva nella popolazione milanese.

Crudeltà e durezze certo ne commise di molte e molte ne ricorda, dopo aver pur decantato le sue virtù, il Lamento, stato scritto durante la prigionia di Bernabò nel Castello di Trezzo dall'aprile del 1385 fin al 19 dicembre di quell'anno, in cui seguì colà la sua morte per veleno che vuolsi gli sia stato apprestato.

Questa poetica e toccante composizione che il dotto prof. Raina additò in un codice Marciano cartaceo del secolo XIV e che non è però il più antico Lamento che da noi si conosca, dopo aver ricordato le spogliazioni del duca, contro vedove, poveri e pupilli, contro vescovi, preti ed abati, e contro ospedali, monasteri e cosí via, termina però esprimendo il vivo senso di compassione che molti provavano per lui, e pregando il cielo che doni a tutti buona vita ed allegra e

A l'anima sua li doni fortezza.

E, a dir vero, deve essere stata ben grave la prostrazione in cui cadde Bernabò allorchè si vide il 6 marzo 1385 fatto prigioniero dal-

l'astuto nipote al ponte di Sant'Ambrogio, e nei duri mesi di prigionia che susseguirono benchè qualche storico noti che le insidie fra i due erano reciproche e che Bernabò avrebbe poi fatto altrettanto al nipote ove la volpe giovane non si fosse sì scaltramente destreggiata contro la volpe vecchia.

Nè vale che tutti avessero presenti i molti episodi che si raccontavano sulle crudeltà, volgenti talora fin quasi alla celia, del duca, come dello spavento dato al boscaiolo di Melegnano che rubava legna, e della ingiunzione ivi fatta ai due legati papali sul ponte del Lambro, o infine dell'oltraggio imposto agli ambasciatori di Carrara, Verona e Ferrara, di ritornare ai loro paesi con un ridicolo camiciotto bianco indosso, chè su tutti questi ricordi giganteggiava ancora quello della inaspettata cattura da parte del suo prossimo parente e della misera sua fine, toltogli peranco il conforto della compagnia di Donnina de' Porri, pochi mesi dopo a Trezzo, sì da far quasi rimpiangere, come cantava Simone Sardini da Siena.

Quel Barnabò percosso da fortuna
Ch' era si forte signor de' Lombardi.

Tutti questi ricordi ne evoca nella rocca di Porta Giovia il grandioso sarcofago testè descritto e che trovò nell' antico castello dei Visconti, riedificato poi dagli Sforza, assai più opportuna sede di quel che avesse prima nel Palazzo di Brera.

Esso può dirsi ancora il monumento archeologico di maggiore impostanza del civico museo e merita sempre studio e considerazione pur, avulso, com'è da oltre un secolo, dalla originaria chiesa che l'accoglieva e peregrinante da qualche anno in cerca di quel riposo e di quel calmo soggiorno che non fu mai dato in vita di raggiungere all'anima torbida e focosa dell' insofferente duca Visconteo.

DIEGO SANT' AMBROGIO.

CONDOTTURE IDRAULICHE

DI NAVIGAZIONE

(Vedi Tav. 41).

In un articolo stato accolto nel fascicolo dello scorso dicembre di questo spettabile periodico si accennava a diverse proposte relative a progettati nuovi canali e segnatamente fluviovia Basilea Spluga-Como-Milano-Genova. Si ebbe allora a preoccuparsi delle gravi difficoltà che si presentavano per superare con un canale e coi sistemi di conche di comune conoscienza le erte dello Spluga, non essendosi affatto a conoscenza della precedenza che in questo studio era stata assunta colla scorta di elementi e di notizie precise dall'illustre Ing. Caminada e si venne perciò ad indicare come preferibili per le conche anche su quella linea i bacini di sollevamento a galleggianti cartesiani, essendo quelli che presentavano il rilevantissimo vantaggio di poter funzionare con minimo consumo d'acqua.

È superfluo il dichiarare che quella proposta contemplante la costruzione sui due versati dello Spluga complessivamente di una settantina di conche da 20 metri d'altezza media ciascuna, non può più avere alcun valore di fronte alla geniale invenzione delle conche tubolari del prefatto Ing. Caminada. Tenuto conto che, giusta i dati raccolti, si può disporre, come egli afferma di una sufficiente portata tanto a Nord che a Sud di quel valico per far funzionare liberamente le progettate conche tubolari sull'intero percorso da ambo i lati, difendendosi con ad esuberanza anche dal pericolo dei geli, la soluzione di quel problema sembra potersi così considerare come già conseguita in modo pratico e geniale.

Eguale risultato forse non potrebbesi ripromettere pel valico dell'appennino, giacchè la scarsità d'acqua che ivi si presenta è così manifestamento notevole da dar luogo a dubitare che il sussidio dei rerbatoi alpestri possa appena bastare per sopperire alle inevitabili perdite, pur ricorrendo ai bacini di sollevamento a galleggiante. Il ripiego che verrebbe escogitato per ridurre il consumo d'acqua anche pel funzionamento delle conche tubolari sembrerebbe quello degli spostamenti parziali e graduali di volumi d'acqua in

scomparti laterali. L'acqua invece di salire e scendere lungo il tubo della conca passerebbe a gradi lateralmente in detti scomparti cominciando dall'alto per produrre la discesa e per riversarsi poi nuovamente nel tubo stesso pure a gradi cominciando dal basso per risalire. Se avrebbe così l'erogazione tanto nell'ascesa che nella discesa di un volume d'acqua corrispondente alla capacità di uno di detti scomparti e non potrebbe quest'erogazione che divenire notevolissima col movimento che è a ripromettersi per qual valico certamente maggiore che per quello dello spluga, completata che fosse la rete internazionale fluvioviare cogli allacciamenti del lago maggiore con quello di Ginevra e di quello di Como col Danubio per le valli Bregaglia ed Engadina. Vi sarebbe a temere di dover provvedere per la scarsità d'acqua sul versante ligure coll'elevazione di quella del mare, restando ancora i costruendi serbatoi alpestri di dubbia sufficienza pel funzionamento delle conche tubolari pel versante padano.

Sembra ora allo scrivente che si possa in questi casi provvedere con un sistema compendiante i vantaggi delle conche tubolari e dei bacini di sollevamento a galleggiante. La conca tubolare si convertirebbe in una vera condottura tubolare tenuta permanentemente piena ed il bacino a galleggiante in una botte cilindrica a fondi mobili capace di ricevere la nave delle maggiori dimensioni ammissibili, botte che dovrebbe essere internamente provvista dell'apparecchio cartesiano funzionante da vescica natatoria per procurare l'esuberanza, o la deficienza di peso occorrenti a determinare la discesa, o l'ascesa colla voluta velocità. Entrata la nave nella grande botte, questa si richiuderebbe e percorrerebbe tutto il tubo sino al suo termine ove si aprirebbe l'altro fondo per lasciare uscire la nave convogliata a ricevervi un altra che vi fosse in attesa pel suo viaggio di ritorno.

Per l'applicazione di questo sistema occorre anzitutto preoccuparsi della necessità che la botte abbia a scorrere liberamente mantenendosi anche nelle risvolte coll'asse orizzontale e non possa mai strisciare sulle pareti della conduttura, nè correre il pericolo di arrestarsi per insufficiente forza impalsiva. Conviene qui subito accennare ai due sistemi di condottura che si potrebbero istituire in analogia alle proposte fatte nell'articolo dello scorso Dicembre pei canali scoperti, e cioè delle condotture semplici ad un solo grande tubo nel quale un unica botte farebbe il servizio di trasporto delle navi salendo e scendendo alternativamente e quello delle condotture doppie e cioè di due tubi accoppiati, di cui l'uno per la salita e

l'altro per la discesa, nei quali l'acqua sarebbe in continuo movimento e potrebbero funzionare diverse botti di trasporto debitamente fra loro distanziate. Nelle condotture ad un unico tubo il natante è obbligato a vincere tanto nell'ascesa che nella discesa la resistenza dell'acqua stagnante, mentre nelle condutture doppie esso trova l'acqua già in moto nel proprio verso, vi aggiunge la propria forza impulsiva, nè potrebbe essere trattenuto nel suo movimento anche da un notevole eventuale ostacolo, agendo su di esso tutta la gran massa in movimento come in una macchina a colonna d'acqua.

Da ciò appare evidente che le condotture semplici non saranno possibili che su forti pendenze, mentre le doppie lo potranno essere per pendenze molto minori e percorrere anche dei tratti in piano. È però ovvio intanto che non si potrebbe pensare di assoggettare nè le une nè le altre a pressioni idrauliche notevolissime e si ritiene che non converrebbe, anche in riguardo al limite di resistenza compatibile per le botti, superare le 10 atmosfere, cosicchè si dovrebbero intercalare delle conche piezometriche a tratti corrispondenti a dislivelli non superiori a 100 metri. Queste conche interruttrici della pressione idraulica dovrebbero nelle condotture doppie funzionare in modo che la circolazione dell'acqua non avesse al passaggio delle botti a restare interrotta neanche momentaneamente per evitare la possibilità di colpi d'ariete idraulici che tornerebbero inevitabilmente deleteri e disastrosi. Nell'annessa tavola venne a questo riguardo segnata una disposizione dimostrativa, ma solo in modo schematico; giacchè non è certo quì il caso di entrare in particolari di costruzione e di funzionamento, dettagli tecnici d'altronde affatto superflui pei competenti in materia e che potrebbero nuocere coll'inevitabile prolissità della loro esposizione all'intento d'ordine generale abusando della cortesia e della pazienza del lettore.

La suindicata disposizione è evidentemente applicabile anche alle condotture semplici. Nell'approssimarsi alla conca piezometrica dovrebbe la botte determinare l'apertura del primo diaframma restando al successivo il carico della pressione, ed entrata la botte nel tronco di conca si richiuderebbe il primo diaframma e si aprirebbe il secondo per richiudersi poi esso pure appena passata la botte. Perchè questa manovra possa effettuarsi senza le difficoltà derivabili dalla pressione idraulica sembrerebbe necessario che ad ogni apertura di diaframma precedesse quella di una valvola di scarico della pressione che potrebbe essere equilibrata a doppia sede ed impostata nello stesso diaframma. Per le altre condizioni relative al movimento delle botti di trasporto nelle suddette condotture e cioè dell'oriz-

zontalità dell'asse, delle svolte e degli sbocchi nelle condotture scoperte per l'accesso e recesso delle navi occorre considerare separatamente i due sistemi di condotture forzate semplici e doppie.

Per le condotture doppie, dovendosi supporre di avere più botti in corso contemporaneamente in ascesa ed in discesa, sarebbe certamente molto interessante che la durata della sosta di ciascuna botte per accesso e recesso della nave avesse ad essere la più breve possibile e sembrerebbe opportuna per questo intento le disposizioni indicate nelle annesse tavole per le quali alle due estremità della doppia tubolatura si avrebbe un apparecchio a tre canne rotanti intorno ad un albero centrale ed inviluppate da due grandi cerchioni a doppia dentatura interna ed esterna. In questo apparecchio, che si potrebbe denominare rivoltone, per la certa quasi somiglianza al tamburo di un immensa rivoltella, le tre canne dovrebbero presentare le stesse guide pel mantenimento dell'orizzontalità della botte di cui deve essere pure provvista la doppia tubolatura, ed il movimento degli ingranaggi centrale e periferici dovrebbe presentare i convenienti rapporti di trasmissione in modo che le canne del rivoltone avessero a salire e scendere senza subire il menomo spostamento di rotazione sul loro asse. La botte entrata nel rivoltone determinerebbe il movimento di questo per un terzo di giro e la stessa verrebbe così a trovarsi in corrispondenza alla bocca di comunicazione col canale scoperto aprendosi la quale uscirebbe la nave trasportata ed avrebbe agio d'entrare la nave in attesa, restando il rivoltone fermo sino al giungere di un'altra botte. Questo doppio movimento d'uscita e d'entrata potrebbe essere di molto agevolato e reso spedito utilizzando la corrente stessa del canale rifluente mediante la manovra di speciali sostegni di sbarramento come è indicato nel tipo.

Le condotture doppie possono essere semplicemente rampanti a tronchi più o meno lunghi a seconda delle accidentalità del terreno da attraversare, nel qual caso vi sarebbe un rivoltone di base ed uno di sommità per ciascun tronco; oppure possono essere valicanti con, o senza galleria. In ogni modo alla sommità occorrerebbe sempre un bacino alimentatore dell'apparecchio cartesiano delle botti per la loro discesa. A seconda poi della lunghezza del percorso e dell'intensità del movimento e quindi del numero delle botti in circolazione potrebbe convenire l'interposizione di altri rivoltoni servibili anche come rimesse pel caso di eccedenze momentanee ai bisogni del servizio ovvero, per eventuali riparazioni. Nella composizione di questi apparecchi dovrebbesi abbinare al metallo

altro materiale molto leggero per raggiungere una compesazione nel peso prossimo a quello dell' acqua in modo da eleminare pressocchè interamente le resistenze derivabili dal peso dei congegni. Le guide delle botti agli anzidetti intenti di mantenerne l' orizzontalità e di impedirne lo strisciamento sulle pareti della conduttura potrebbero essere costituite da due binari laterali a scartamento variabile in funzioni della pendenza della conduttura stessa, giacchè la sezione di questa normalmente al proprio asse verrebbe a costituire come nelle conche tubolari dell' Ing. Camminada un quadrilatero mistilineo a due lati paralleli rettilinei accordantesi sopra e sotto con due archi d' elisse. È ovvio quì l' osservare che, mentre è necessario impedire lo strisciamento della botte, è pure interessantissimo che questa abbia a scorrere col minimo agio possibile entro la condottura all' oggetto di maggiormente utilizzarne la sua spinta impulsiva nel mantenimento dell' moto dell' acqua.

Per una condottura semplice non potrebbe servire la suindicata disposizioni di guide; giacchè per essa la sezione avrebbe a presentare invece il maggior agio possibile per un agevole spostamento d' acqua occorrente al movimento della botte; epperò dovrebbe quì convenire una sezione a forma circolare e le due coppie di guide, invece che laterali, sarebbero a situarsi una sul fondo e l' altra all' intradosso della conduttura e debitamente conformate per trattenere incanalati i rulli della botte che si troveranno soggetti alternativamente a sforzi opposti per le differenze di peso occorrente per essa fra l' ascesa e la discesa. Queste condutture non possono funzionare che per tratti a forti pendenze, come già si è sopra accennato e non potrebbero servire che per fluviovie di movimento tanto più limitato quanto maggiore ne fosse la lunghezza non potendo avere in azione che una sola botte. Però, nel caso che convenisse la condottura semplice di lungo percorso anche per una linea di una certa entità di movimento, si potrebbero stabilire alle estremità della stessa dei rivoltoni doppi per l' entrata ed uscita delle navi a somiglianza di quelli previsti per le condutture doppie, il che permetterebbe di servirsi di tre botti, tenendone due in giacenza per detta operazione nel mentre la terza trovasi in movimento. Inoltre la lunga tratta dovrebbe necessariamente essere interrotta da conche piezometriche e si potrebbe intercalare a valle di queste dei bacini in cui avesse luogo lo scambio di via delle botti a somiglianza di quanto avviene colle vetture delle funicolari, ed allora potrebbero trovarsi in movimento contemporaneamente tante botti quanti sono i tronchi costituiti dagli interposti bacini.

Una grave difficoltà viene indubbiamente a presentarsi per le condizioni di assoluta stabilità indispensabili per l'impianto e pel funzionamento di queste colossali opere idrauliche. Sembrerebbe miglior partito l'installazione di queste nello stesso thalweg, sistemando in pari tempo il corso delle acque superficiali con dighe di sbarramento. A motivo delle brusche deviazioni potranno occorrere quà e là perforazioni di speroni rocciosi di sovrastanti dirupi coll'abbandono quindi per brevi tratti del thalweg e naturalmente la stabilità della condottura tubolare verrebbe con queste gallerie e col concorso delle dighe di sbarramento e di briglie in muratura maggiormente assicurata. Le dighe non dovrebbero formare serbatoi, ma funzionare unicamente come opere di sistemazione del corso delle acque e di consolidamento e le emergenti loro creste dovrebbero portare il deflusso sul fianco entro bacini appositamente costrutti. Deviato lateralmente lo stramazzo, potrebbesi al piede della diga aprire l'accesso di una galleria di servizio sopra le condotture tubolari per le visite e le riparazioni che eventualmente potessero abbisognare.

Il materiale di costruzione delle condutture per pressioni piezometriche inferiori alle 5 atmosfere potrebbe essere di cemento armato ma per pressioni superiori richiederebbe certamente un interno rivestimento di lamiera. Per le botti di trasporto occorrerà un materiale misto di ferro e cemento; ossia una robusta intelaiatura di ferro con rivestimento esterno ed interno in lamiera e con imbottimento a cemento. I fondi di chiusura delle stesse dovrebbero essere, come i rivoltoni, in metallo binato con materiale molto leggero, o con camere d'aria, per eliminazione del peso all'oggetto di rendere più facile il manovrarli.

Dalla geniale invenzione delle conche tubolari dell'Ingegnere Camminada nasce spontanea l'ideazione della navigazione tubolare; ma tale passo, quanto breve altrettanto difficile ci si appalesa quando vogliasi trattare della pratica applicazione. Anzitutto non potrebbe a meno d'impressionare sfavorevolmente per le immense difficoltà tecniche ed economiche il progetto di gigantesche condotture tubolari ed il funzionamento in esse di colossali botti di trasporto che occorrerebbero di circa 3 mila m. c. di volume per essere capaci ci ricevere navi da 600 tonnellate di carico. Bisognerebbe pertanto rinunciare assolutamente a tale limite massimo ed accontentarci del movimento di navi di circa 200 tonnellate quali sono i maggiori barconi degli attuali nostri navigli. Anche in corrispondenza a questo minor limite le botti avrebbero ancora esuberante

capacità per il trasporto delle più grandi vetture ferroviarie sia di merci che di viaggiatori oltre quello delle suddette navi e di chiatte di trasbordo delle merci nei porti marittimi, pur riservando il possibile avvenire di una navigazione sottomarina di treni tubolari composti di botti cui si accennerà quì in fine.

Il grave ostacolo all' adozione delle suindicate condutture tubolari consisterebbe sempre nelle grandi spese di primo impianto; ma sembra che dovrebbero essere largamente compensate dalla minor spesa d' esercizio e dalla sovrabbondanza di capacità per un intensissimo movimento. Senza le complicazioni di congegni motori, la forza motrice troverebbe origine ed applicazione nella stessa botte di trasporto per la sua differenza di peso rispetto a quello dell'acqua di spostamento e si avrebbe quindi la massima semplicità consociata al minimo consumo. L'acqua delle condotture non soggetta ad intorbidamenti nè ad ingombro di materiali convogliati renderebbe evitabili le secche per gli espurghi così moleste e dannose nell' esercizio degli ordinari canali di navigazione.

L' applicazione delle conche a bacino di sollevamento si riterrebbe ancora ammissibile nel caso di isolate notevoli prevalenze e di portata limitatissima del canale. Non si vuole però ammettere d' indicare anche per queste conche una diversa costruzione in base allo stesso concetto di trasformazione per il quale dalle conche tubolari si è derivata la navigazione in condotture forzate. Tale trasformazione consisterebbe così nel convertire il bacino di sollevamento in una botte di sollevamento a sistema cartesiano, come è indicato nell' annessa tavola e tale conca, che si potrebbe così dire cartesiana, verrebbe a funzionare con tenuissima portata al pari delle conche a bacino di sollevamneto. La manovra sarebbe resa assai rapida coi canali rifluenti adottando la disposizione indicata nella figura per l' accesso e recesso delle navi.

Assai meritevole di studio sembra pure la costruzione di conche a minima erogazione anche per le piccole prevalenze, come d' ordinario si presentano pei canali scorrenti in pianure, quando questi sono suscettibili di un intensissimo movimento quale sarebbe ad attendersi sui tronchi fra Milano e Tortona della costruenda fluviovia per Genova; giacchè per questi il salto d' acqua dovrebbe essere utilizzato per il movimento di rifluenza a canale doppio come si è indicato nell' articolo dello scorso Dicembre. È evidente che non converrebbe per questi canali in territorio a piccola pendenza il ricorrere ad alti rilevati ed a profonde trincee per avere poche chiuse ad alta prevalenza in luogo delle molteplici piccole conche poichè, mentre salirebbe la spesa di costruzione, scemerebbe la po-

tenzialità di movimento e si creerebbero gravi impedimenti alla pubblica ordinaria viabilità.

Il sistema di conche che si proporrebbe al suddetto intento, e che potrebbero denominarsi conche a riflusso, consisterebbe di due vasi attigui liberamente comunicanti fra loro per dissotto e di cui l'uno sarebbe una conca vinciana e l'altro una vasca con galleggiante. L'immersione di questo mediante lo scorrimento di un potente carico farebbe elevare il livello dell'acqua all'occorrente altezza per la manovra della conca. Tale scorrimento avverrebbe su di un binario costituito da una coppia di travi curve foggiate come un arco di ponte a rovescio che ad una estremità sarebbe articolato con un asse fissato su solida base e nel mezzo si collegherebbe con un asse mobile di pressione sul galleggiante. La curvatura di questo ponte oscillante dovrebbe soddisfare alla condizione di equilibrio del sistema qualunque fosse la posizione del carico, tranne che alle due estremità perchè ivi mediante appoggi rigidi si dovrebbe utilizzare l'e-energia cinetica del carico per la sua ascensione e sosta ad una maggior altezza, ottenendosi così la riserva della forza impulsiva per lo smarramento di quella grande mossa per la corsa di ritorno. Si avrebbe con tale disposizione un funzionamento simile a quello di un pendolo, restando ben inteso a provvedere pel complementare sussidio di forza motrice corrispondente alle resistenze passive dovute agli attriti e sarebbe interessante che l'efflusso e riflusso d'acqua venisse regolato in modo da evitare qualsiasi spinta della nave contro le pareti della conca. Il sistema potrebbe funzionare anche meglio rendendolo tubolare ed esclusivamente idraulico, sostituendo cioè al carico rigido una massa fluida scorrevole entro un gran tubo ricurvo; ma il dettaglio di costruzione potrebbe offrire qualche difficoltà per le maggiori dimensioni cui si dovrebbe ricorrere.

Riepilogando quanto si è sinora esposto in riguardo ai metodi di funzionamento ed a seguito delle geniali invenzioni dell'Ing. Camminada, i sistemi meccanici che sembrerebbero ora preferibili a seconda dei diversi casi sarebbero i seguenti:

Canali rifluenti a tronchi doppi con erogazione d'acqua ed utilizzazione del salto per la rifluenza con trazione meccanica.

Conche vinciane per prevalenze inferiori a 3 m. Conche tubolari per prevalenze superiori a 3 m.	**funzionanti ad erogazione d'acqua**
Conche a riflusso per prevalenze inferiori a 3 m. Conche cartesiane per prevalenze superiori a 3 m.	**funzionanti senza erogazione d'acqua**
Condotture tubolari semplici con rivoltoni doppi Condotture tubolari doppie con rivoltoni tripli	**funzionanti senza erogozione d'acqua**

Programma per la costruzione di canali di navigazione nella Valle Padana.

Ritenute praticamente risolvibili dal lato tecnico le difficoltà che si possono presentare nella costruzione di nuovi canali sia in rapporto alla pendenza del terreno da percorrere, che alla portata disponibile, non sembra fuor di luogo che ad appagare giustamente le esigenze dei diversi interessi locali, nazionali ed internazionali possa ammettersi a discussione lo studio preparatorio di uno schema di piano regolatore pel graduale sviluppo nella valle padana di una rete di canali tutti egualmente accessibili anche alle navi del maggior tonnellaggio che sarà a stabilirsi come limite nell'essercisio della costruenda fluviovia dello Spluga. Di fronte alla somma importanza di questa linea non possono che spuntarsi le armi anche dei più ostinati avversari allo sviluppo della navigazione interna; epperò sembra evidente che essa debba costituire come la colonna vertebrale dell'intero vitale sistema dei canali della valle padana. Dalla straordinaria sua potenzialità di movimento è a ripromettersi il beneficio di poter convincere l'opinione pubblica dell'utilità anche delle altre linee principali in dipendenza del passaggio dello Spluga ed anzitutto della Milano-Venezia la cui attivazione potrà allora superare mercè la spinta d'internazionali interessi commerciali e politici il grave ostacolo della spesa per opere radicali che occorrono e senza delle quali la navigazione del Pò non si presterebbe che ad un movimento limitato di piccole navi.

Messa per tanto in prima linea le fluviovie Basilea-Milano-Genova e Milano-Venezia, verrebbe subito dopo per importanza l'allacciamento diretto Genova-Venezia richiesto dalle esigenze di questi due porti per scambio di carichi e pel transito di piccole navi e di chiatte del mar ligure e dell'Adriatico. Altre linee molto importanti, quantunque d'interesse esclusivamente regionale, sarebbero la Milano Turbigo-Torino coll'allacciamento Turbigo-lago Maggiore e l'importanza loro crescerebbe sommamente quando fosse costrutta la linea dell'Ossola e del Rodano pel lago di Ginevra, nel qual caso non potrebbe certamente mancare il concorso della Svizzera per l'allacciamento dei tre laghi Maggiore, di Lugano e di Como. Per questo e per altre considerazioni che si verranno esponendo, le linee di maggior importanza sembrebbero le seguenti:

I Basilea-lago di Costanza-Spluga-Lago di Como.
II Collaterale Basilea-lago di Zurigo-Spluga.
III Como-Milano.

IV Milano-Genova.
V Lago Maggiore-Turbigo e Milano-Turbigo-Torino.
VI Milano-Cremona Ostiglia-Badia-Venezia.
VII Genova-Venezia.
VIII Lago di Ginevra-Sempione-Lago Maggiore.
IX Lago Maggiore-di Lugano e di Como.
X Chiavenna-Valle Bregaglia-Engadina-Danubio.
XI Verona-Lago di Garda.
XII Sifoni valicanti per treni ferroviari.

ed in appendice a queste si porrebbero le traversate di stretti marittimi per le quali pure sembrerebbe conveniente l'impiego delle condutture tubolari.

Si fa ora seguito separatamente per ciascuna di dette linee coll'indicazione di particolari disposizioni e considerazioni che sembrerebbero opportune pei diversi casi in applicazione tanto dell' invenzione dell' Ing. Caminada che di alcuni dei diversi sistemi indicati.

I. Basilea-Lago di Costanza Spluga-Lago di Como.

Il progetto dell'Ing. Caminada porta a m. 1247.s m. la galleria che dovrebbe attraversare lo Spluga con una percorrenza di circa 15 Km. potendosi a tale altezza fare ancora assegnamento su di una sufficiente portata nei corsi d'acqua dei due versanti pel funzionamento delle conche tubolari. La sommità del valico resterebbe cosi a m. 870 sopraquella galleria e si avrebbe quindi per scendere da quella agli imbocchi della medesima una pendenza media del 116‰ e sarebbe questa evidentemente conveniente per l'istallazione di una doppia condottura tubolare. Pur volendo ancora ammettere qualche chilometro di galleria per restare ad un livello meno alto all'oggetto di assicurarsi l'alimentazione d'acqua necessaria alla fluitazione delle botti e da sopperire agli inevitabili disperdimenti, si potrà pur sempre calcolare sopra una pendenza media non inferiore al 10 % certamente sufficiente pel sicuro e regolare funzionamento del sistema. La maggior altezza che si andrebbe a raggiungere non potrebbe creare alcun pericolo di geli tanto a Nord che a Sud restando tali condotture pressochè interamente sotterranee.

II. Collaterale Basilea-Lago di Zurigo-Spluga.

Nella memoria dello scorso Dicembre si accennava all' eventualità della convenienza di un diversivo della linea Basilea-Spluga per la vallata di Zurigo. Colla costruzione di una condottura tubolare

pel passaggio da detta vallata a quella del Reno si semplificherebbe assai l'attuabilità di questa linea come collaterale senza sacrificare la principale del lago di Costanza. La galleria tubolare relativamente breve, semplice o doppia che si volesse costrurre, avrebbe probabilmente la necessaria pendenza pel funzionamento in essa del trasporto per botti e quindi a tubi permanentemente pieni senza perdita di portata pel canale principale scendente nella vallata del Reno pel lago di Costanza. In caso diverso la galleria potrebbe essere a canale doppio rifluente con conca ad un estremo del tipo conveniente, fra quelle funzionanti senza erogazione di portata, in rapporto alla caduta. Qualora poi la portata del Reno in quelle località fosse già esuberante anche nelle massime magre al funzionamento colle conche tubolari su entrambe quelle linee, sembra che converrebbe allora pel ramo di Zurigo la costruzione che si va a proporre pel collegamento dell'Adige col lago Garda a Lazise.

III. Como-Milano.

L'attraversamento del circolo delle morene comasche si potrebbe affettuare colle condotture tubolari, come si andrà a proporre per quello dell Appennino, potendosi le medesime far funzionare con minima portata che si dovrebbe quà derivare dal porto di Como con pompe di sollevamento. Lo scrivente si permette però di persistere invece nella precedente proposta del traforo di quell'anfiteatro a livello del lago, tenuto conto della maggior sua depressione e ciò in considerazione che la maggior spesa di costruzione dovrebbe tornare largamente rimuneratrice coll'ingente ed imperituro beneficio delle irrigazioni colle acque delle indicate gallerie filtranti pei terreni di un estesa zona a Nord del canale Villoresi, senza dire del vantaggio pure cospicuo delle rilevanti forge motrici realizzabili mercè i salti d'acqua che complessivamente ammonterebbero a circa 80 metri.

IV. Milano-Genova.

Senza aver la pretesa di voler presagire il risultato degli accurati studi che si richiederebbero nella determinazione del tracciato di questa linea si può però prevedere che essa dovrebbe passare a ponente di Pavia e non molto lontano da questa città ed attraversare il fiume Ticino e quindi la valle per andare a gettarsi in Po di fronte alla foce dell'altro canale che deve scendere dal valico ligure. Questo percorso verrebbe intanto a far propendere per l'uilizzazione dell'attuale naviglio di Pavia debitamente allargato di

sezione istituendovi fra conca e conca i tronchi doppi a rifluenza e la relativa trazione meccanica come si è già indicato nell'articolo precedente pel progetto del nuovo alveo di naviglio sotterraneo attraversante Milano.

A circa 3 Km. a Nord di Pavia converrebbe stabilire il bivio del naviglio derivandovi il ramo a ponente di confluenza al Ticino, conservando quello a levante per la fluviovia diretta Genova e Venezia di cui si dirà in seguito. Ritiensi che le condizioni altimetriche relative della valle di confluenza Po-Ticino potrebbero permettere la costruzione di un ponte canale sotto la località Molinazzo per attraversare il Ticino e continuare il canale fino alla sua foce in Pò per la maggior parte in escavazione, ma sembra che tale costruzione debba apportare una spesa ingente e la cura di una difficile manutenzione e lo scrivente si riserverebbe di indicare in un altro prossimo articolo qualche ripiego che gli sembrerebbe ammissibile per mantenere sgombro l'alveo del Po e del Ticino nei punti in cui dovrebbero essere attraversati dalla fluviovia Milano-Genova ed evitare così la costruzione del ponte canale.

Ricorrendo alle condotture tubolari il valico dell'Appennino presenta tecnicamente difficoltà minori che non la traversata di quei due fiumi. Pel versante ligure venne già proposto dall'Ing. Caminada la costruzione di lunghi porto-canali coi quali si potrebbe arrivare al piede dell'erta falda mantana. Dovrebbe qui far capo la doppia condottura tubolare di trasporto in botti studiando il tracciato in modo da evitare curve di piccolo raggio e variazioni novoli della livelletta, perchè coinvolgerebbero corrispondenti variazioni nella sezione della condottura che dovrebbe essere valicante pur passando inferiormente al valico a mezzo di galleria per poter usufruire di un serbatoio alimentatore d'acqua per sopracarico di discesa delle botti come si è già indicato pel passaggio dello Spluga Tale servatoio dovrebbe a sua volta rifornirsi d'acqua a mezzo dei costruendi bacini alpestri.

La doppia condottura valicante dovrebbe naturalmente scendere lungo il versante Nord dell'Appennino in continuazione finchè la pendenza del terreno lo permette per la fluitazione delle botti, venendo poi interrotta con tratti di canali doppi pure a rifluenza, salvo il far uso di conche tubolari negli ultimi tronchi in pianura qualora si potesse ivi disporre dell'occorrente portata, o diversamente servendosi ivi delle conche a riflusso, per utilizzare l'energia idraulica disponibile nel moto di rifluenza colla maggior possibile velocità e nella trazione meccanica, come si è detto nell'articolo del decorso mese di Dicembre sopra citato.

V. Lago Maggiore-Turbigo-Milano-Turbigo-Torino.

L'allacciamento di Toriuo per la navigazione nella Valle Padana non può avere per obbiettivo il porto di Venezia, bensì Milano pel collegamento colla linea Genova-Spluga Valle del Ronco ed il lago Maggiore per quella dell'Ossola e del Rodano al lago di Ginevra. La via naturale ed economicamente possibile per tale allacciamento si presenta anzitutto nel percorso Torino-Turbigo seguendo prima il Pò sino a Chivasso, quindi l'intero canale Cavour sino alla sua foce in destra del Ticino ed infine proseguendo con ponte-canale su questo fiume sino a conginngersi a Turbigo col naviglio Grande il quale offrirebbe così a Torino il duplice allacciamento al lago Maggiore per Ginevra ed a Milano per Genova e per la via dello Spluga. Occorrerebbe pertanto la sistemazione di quel tratto del fiume, l'adattamento del canale Cavour per la navigazione oltre alla costruzione di detto ponte-canale.

Per la traversata del Ticino, essendo esso raccolto a Turbigo in un solo ramo di poca larghezza, si riterrebbe preferibile la costruzione in quella località di un ponte-canale doppio a rifluenza invece del passaggio a livello. Mercè il sostegno sul naviglio da costrurre a Turbigo si potrebbe ottenere il detto movimento di rifluenza dell'acqua tanto sul tronco del pontecanale che su quello a valle del naviglio stesso. Alla testata del ponte in destra del Ticino il canale dovrebbe continuare in rifluenza sino alla conca del canale Cavour sotto la quale si avrebbe il regresso dell'acqua che ritornando a Turbigo a valle dello stesso sostegno vi reintegrerebbe la portata del naviglio. La conca del canale Cavour dovrebbe presentare un salto di circa una diecina di metri e si ritiene che la stessa potrebbe essere del sistema tubolare dell'ing. Caminada, supposto che nessuna obbiezione possa elevarsi dagli utenti per riguardo alle eventuali erogazioni momentanee che ne deriverebbero per essere quell'acqua di esclusiva proprietà demaniale.

Il Naviglio grande com'è presentemente non potrebbe servire alle nuove esigenze della navigazione sia per la sua sezione essa pure deficiente, sia per l'eccessiva velocità. Una sistemazione è già stata introdotta nel tratto superiore mercè la costruzioue di importantissimi opifici idraulici rimanendo però ivi pure di istituire i tronchi a rifluenza e le conche tubolari sino al sostegno di Turbigo. Da questo sino a Milano il naviglio dovrebbe essere ridotto pure in egual modo coll'interposizione di conche come già si disse a tronchi in rifluenza e trattandosi quì di piccole prevalenze dovrebbe quì convenire il sistema di quelle a riflusso.

VI. Milano-Cremona-Ostiglia-Badia e Venezia.

Si è già accennato più soprà al grave ostacolo che si incontra per rendere e mantenere il Pò accessibile alla fluitazione delle navi di maggior tonnellaggio ammissibili sulla linea Basilea-Genova. Se si vorrà realizzare su questa linea tutto il movimento che le spetterebbe dopo aperta la via dello Spluga bisognerà pensare alla canalizzazione del Po colla soppressione anzitutto delle sue molteplici oziose risvolte, come venne fatto dal governo austriaco nel Trentino per l'Adige, e mediante altri radicali provvedimenti che si collegano alle bonificazioni ed alla difesa di terreni fuori e dentro argini in armonia colle disposizioni della recente legge sul Magistrato delle acque per la Valle Padana. Ciò richiederebbe la compilazione di un esteso piano regolatore per gli istituendi consorsi e quindi un lungo lasso di tempo prima per gli studi poi pei provvedimenti amministrativi per i progeti di massima per quelli definitivi ed infine per l esecuzione dei lavori; cosicchè s' intravede la possibilità che possano decorrere parecchi lustri prima dell'ultimazione di quest'ultimi

Tale sfavorevole previsione non dovrebbe disanimare dall'impresa ma servire anzi di sprone ad anticipare lo studio dei progetti e ad affrettare le occorrenti deliberazioni ad ogni modo un provvedimento vantaggioso sembrerebbe pur sempre quello di abbandonare il Po a valle di Ostiglia derivando ivi in sinistra un ampio canale di navigazione per raggiungere a Badia il sostegno dell'Adige all' incile dell'Adigetto. Da quel punto si avrebbero allora due vie di navigazione per Venezia relativamente brevi, l'una del canale dell'Adigetto che avendo lieve pendenza potrebbe servire per le navi che risalgono e l'altro dell'Adige che si presterebbe ottimamente per le navi che scendono presentando un percorso ancor più breve con grande velocità. Con questo ripiego la sistemazione del Po resterebbe necessaria solo pel tratto da Ostiglia a Cremona, mentre per la navigazione da Cremona a Milano si possono dire già concretati gli occorrenti progetti di massima studiati con moltissima cura e con somma competenza dal R. Corpo del Genio Civile.

VII. — Venezia-Genova.

Il servizio di questa liaea dovrebbe effettuarsi lungo il Pò anche superiormente a Cremona e per lungo tratto, ma ciò non potrà avvenire fra breve sempre a motivo degli ingentissimi lavori di sistemazione che occorrerebbero anche per quel tratto di fiume. Senza

la soppressione delle curve oziose e molteplici del Po quel percorso viene a raggiungere in lunghezza quello dei due canali Pavia-Milano e Milano-Lodi-Cremona complessivamente ed è evidente che le provenienze da Venezia per Genova avrebbero molto maggior convenienza a passar per Milano che non a seguitare lungo quel fiume ancorchè fosse reso accessibile alle navi di maggior tonnellaggio le quali in tal caso vi troverebbero convenienza solo quando provenissero da Genova per Venezia. Potrebbe essere discutibile se invece di sistemare quel tratto di fiume fosse a preferirsi la costruzione di un nuovo canale da Pavia a Grotta d'Adda ove questi incontrerebbe l'altro proveniente da Lodi per Cremona. La percorrenza totale Pavia-Cremona sarebbe allora di circa 80 chilometri di cui 68 sino a Grotta d'Adda con canale nuovo in continuazione dal naviglio di Pavia e 12 da Grotta d'Adda a Cremona di percorrenza comune col detto canale di Lodi. Non si potrebbe certo pensare all'abbandono del progetto della linea Milano-Lodi-Cremona obbligando il transito dello Spluga per Venezia a passare da Pavia, perchè interessi troppo vivi commerciali e politici vi si opporrebbero, essendo per essi di somma importanza che a tale transito abbiasi ad aprire la via più breve possibile.

VIII. — Lago di Ginevra-Sempione-Lago Maggiore.

Valgono per questa linea relativamente al passaggio del Sempione le stesse considerazioni fatte per quello dello Spluga ed anche qui pei tratti inferiori nei due versanti, qualora non occorrano utilizzazioni di forze motrici idrauliche a scopi industriali, possono funzionare egregiamente le conche tubolari, mentre invece pei tratti superiori, in cui potrebbesi verificare scarsità d'acqua, verrebbe a supplire proficuamente la condottura a botte rendendosi anche molto più breve la galleria di traforo del monte. Questa linea acquisterebbe un interesse internazionale mrggiormente notevole per lo sfogo in cui darebbe luogo nei porti dell'Adriatico a mezzo della linea Milano-Venezia ed eventualmente pel collegemento alla navigazione del Danubio se venisse ad aprirsi la linea dell'Engadina. Al Lago Maggiore fanno capo e si allacciano importantissime linee ferroviarie e qualora si attuasse lr suddetta fluviovia e quella di collegamento col Lario a mezzo del Ceresio, il lago Maggiore potrebbe egualmente costituire il vagheggiato porto interno dell'Europa centrale interessante principalmente il Piemonte.

IX. — Lago di Como-di Lugano-e Maggiore.

Il suddetto collegamento del lago Maggiore con quello di Como potrebbe avvenire senza difficoltà a mezzo dell' interposto lago di Lugano. Da Porlezza un nuovo canale con interposta conca cartesiana porterebbe al lago del Piano che presenta sul primo una prevalenza media di 13 metri. Da questo stesso lago e dall' opposto lato di levante dovrebbe dipartirsi il canale tubolare per la congiunzione col lago di Como sul quale il lago del Piano ha una prevalenza media di 80 metri. Tale canale in galleria di 4200 m. di lunghezza sboccante a Menaggio avrebbe una livelletta di circa il 19 $^{0}/_{00}$ e sembrerebbe quindi percorribile senza difficoltà da una botte di trasporto. La congiunzione verso ponente del Ceresio col lago Maggiore per via navigabile potrebbe effettuare utilizzando il corso della Stresa coll'interposizione di conche tubolari e provvedendo opportunamente riguardo alle due conche dell'incile e della foce per la variabilità di livello dei laghi.

X. — Chiavenna-Valli Bregaglia Engadina-Danubio.

Non potrà a meno d'interessare fra breve anche il collegamento del Danubio colla rete dei canali della Valle Padana ed a tale intento due sembrerebbero le linee che potrebbero fra loro rivaleggiare nel campo della praticità d'attuazione e sarebbero quelle delle valli della Mera e dell'Adige pel congiungimento colla valle dell'Inn. La seconda avrebbe titolo a preferenza se obbiettivo principale della linea fosse solo l'approdo a porti dell'Adriatico, ma è invece evidente che al movimento commerciale della grande vallata del Danubio non può a meno d'interessare assai lo sbocco nel mar ligure per la via la più breve possibile e questa non potrebbe essere che la prima delle due suindicate e cioè quella per le valli Engadina e Bregaglia sino a Chiavenna e quì allacciantesi colla fluviovia dello Spluga per proseguire a Como e Milano e quindi per la Milano-Genova. Il valico dell' Engadina è a m. 1870 s. m. e più basso quindi di quello dello Spluga di m. 247 e la doppia condottura tubolare della valle Bregaglia potrebbe essere prolungata sotto quel valico con galleria di forse meno di due chilometri di lunghezza e sboccante direttamente nell'ampio lago di Sils alimentato da parecchie fonti compresa quella stessa d'origine del fiume Inn. L'andamento di questo corso d'acqua sembra conveniente per l'impianto

della condottura a canali riffuenti con interposizione di conche tubolari non essendovi certamente a temere di scarsità d'acqua ne di concorrenza per l'utilizzazione ad altri usi della forza motrice idraulica.

XI — Verona-Adige-Lago di Garda.

L'obbiettivo principale di questa linea dovrebbe essere l'apertura di una potente via di scarico delle acque dell'Adige nel Garda pei casi di piene eccezionalmente straordinarie, come fu ad esempio quella del 1882 che causò rotture d'argini ed un conseguente colossale disastro coll'allagamento di un estesissimo territorio. Si farebbe assegnamento sopra le possibilità di uno scarico nel lago di Garda sino a circa 600 m. c. di portata mediante conca tubolare verticale ed un canale rifluente a due vie scavato in galleria funzionante come doppio porto canale dal lago al piede di detta conca.

L'Adige superiormente alla confluenza del torrente Tasso presenta un notevole restringimento, riducendosi la sua larghezza a circa una cinquantina di metri soltanto e sembrerebbe ivi opportnnissima la costruzione di una diga per la derivazione del notevolissimo corpo d'acqua sopra indicato in caso di piene eccezionali.

Questo canale di derivazione in destra attraverserebbe con ponte o con diga di sbarramento il torrente Tasso ed arriverebbe al piede del dirupo a Nord-Ovest della borgata della Sega con un percorso di circa un chilometro con livello di circa 100 metri s. m. Si imboccherebbe quivi colla conca tubolare verticale e questa scaricherebbe nel suddetto doppio canale riffuente sotterraneo di circa quattro chilometri di lunghezza con foce nel lago di Garda presso la cascina S. Colombano a Nord della borgata di Larise. Converrebbe in questo caso che la conca fosse provvista degli scomparti laterali d'immagazzinamento delle acque perchè il loro scarico avesse a servire mediante manovra di appositi sostegni verso la foce del canale per ottenere la rifluenza e quindi il doppio movimento delle navi da e per il lago. Solo nel caso di gravi pericoli per piene eccezionali e quindi in ogni caso per brevissimo tempo, dovrebbe questa linea servire da canale scaricatore, restando naturalmeute in allora sospeso il servizio per la navigazione e funzionando quindi l'intera galleria a sezione piena fino alla chiave del volto quale condotto di scarico. Il salto di oltre 35 metri che si avrebbe in detta conca per la navigazione verrebbe in caso di scarico d'acqua di piena a produrre una velocità nel canale di circa 20 metri al secondo maggiore quindi di quella degli attuali treni direttissimi e

richiedente perciò un rivestimento levigato e tenacissimo della parete della galleria.

Per la navigazione fra Verona e il lago di Garda occorrerebbe evidentemente che la suindicata derivazione dall'Adige servisse non solo al funzionamento di detta conca, ma altresì a quella di altra attigua nella stessa località della Sega scaricante nell'Adige come canale di ritorno. Si avrebbe quindi una caduta di circa 15 metri e ritenuta una portata di 160 m. c. quale sarebbe per l'Adige in questa località la media estiva, si potrebbe alla conca associare un opificio idraulico capace di sviluppare permanentemente una forza motrice effettiva di oltre 25 mila HP, Naturalmente anche questa seconda conca dovrebbe essere del tipo tubolare, ma invece che verticale ad asse inclinato, giusta la pendenza del terreno e della sponda del fiume e qualora la navigazione vi assumesse un importante sviluppo sarebbe il caso di pensare alla costruzione da Verona alla Sega in destra d'Adige di un canale a conche per uso esclusivo delle navi rimontanti.

XII. — Sifoni valicanti per treni ferroviari.

Come pel passaggio del Gottardo e del Sempione. la ferrovia dello Spluga presenterà pure l'ostacolo delle forti pendenze per giungere agli imbocchi della galleria in entrambi i versanti e la necessità quindi di ricorrere a sviluppi elicoidali. Sembra che per questi passi alpini si possa vantaggiosamente trar profitto anche pei treni ferroviari dal trasporto per botti in condotture cartesiane e nel caso concreto dello Spluga servirsi della stessa condottura che si dovrebbe impiantare per la navigazione, ammessa la formazione di treni brevi, frequenti e celerissimi che costituiscono i desiderata dell'avvenire della ferrovia. Naturalmente il vantaggio di tale condottura sarà tanto maggiore quanto più forte sarà la pendenza del thalweg, supposta questa del 20 % e di 800 metri l'elevazione da raggiungersi da ambo i versanti occorrerebbe uno sviluppo di oltre 60 Km. di ferrovia alla pendenza del 25 ‰ e circa due ore per quella traversata, mentre con una doppia condottura valicante, ammessa la velocità della botte di 5 metri al secondo, si arriverebbe in meno di mezz'ora e a questo notevolissimo vantaggio si aggiungerebbe quello del minimo consumo d'energia dinamica, dall'assenza di pericoli per frane, valanghe, nebbie e bufere di neve e di tormenta.

Condotture tubolari a sifone per la traversata di stretti marittimi.

Stretto di Messina.

Molti anni or sono aveva sollevato gran rumore d'ammirazione il progetto di una galleria sottomarina per la traversata dello stretto di Messina, gli imbocchi della quale dovevano raggiungere notevoli profondità con linee a sviluppo elicoidale o perfetta analogia ma in senso a rovescio di quanto venne poi praticato per le gallerie del Gottardo e del Sempione. Senonchè dalle deduzioni geologiche e degli scandagli idrografici eseguiti risultò l'impossibilità della costruzione di quell'opera, ostandovi la profonda spaccatura del fondo marittimo irto di punte rocciose e lo stato di completo e minuto disgregamento nella massa granitica di cui si compone, che non avrebbe affatto permesso di difendersi dalle filtrazioni ed a ciò aggiungendosi l'evidente pericolo d'invasamento d'acqua cui si andava incontro col succedersi delle violenti scosse di terremoto da cui è frequentemente colpita quella regione.

Ora sembra che si potrebbero eliminare le difficoltà per la costruzione in quella località di una galleria sottomarina ricorrendo ad una tubolatura in lamiera calata sul fondo e costituita di pezzi congiunti con manicotti ad imbottimento d'argilla suscettibile di scorrimento in caso di terremoto occorrenti per impedire la rottura. Non vi sarebbe allora bisogno di escavazioni del fondo e basterebbe scendere ad una sessantina di metri di profondità previo il riempimento della spaccatura mediana del fondo dello stretto con una gettata di blocchi nel punto da attraversarsi col tubo e supposto quindi l'investimento completo di questo con una gettata di calcestruzzo necessaria per la stabile sua resistenza all'urto delle correnti variabili con orario giornaliero ed in diverso senso sull'una e sull'altra sponda.

Quantunque la minima larghezza dello stretto sia solo di circa 3 Km. pure a motivo delle rampe d'accesso la lunghezza del tubo non potrebbe essere minore del doppio della stessa ed occorrerebbe quindi poter disporre di due tubi invece che di uno solo pel movimento notevole di viaggiatori e merci per la necessità dell'areazione che verrebbe procurata dal movimento stesso dei treni, procedendo essi sempre nel medesimo verso. Posta in queste condizioni la doppia galleria tubolare parrebbe suscettibile di un regolare continuo servizio di percorrenza e forse l'unica servitù per

l'esercizio potrebbe essere l'uso di motrici elettriche in luogo delle comuni a vapore limitatamente alla traversata dello stretto.

Quantunque la suindicata disposizione possa praticamente apparire risolutiva, lo scrivente, pure avendo presente il vecchio adagio che il meglio è nemico del bene, non sa trattenersi dall' esporre il dubbio che più vantaggiosa dal lato dell'economia nella spesa d'esercizio possa risultare la conversione di quella doppia galleria in una doppia condottura idraulica di trasporto dei treni in botti cartesiane. La sua lunghezza potrebbe essere intanto ridotta effettivamente alla minima larghezza di 3 Km. dello stretto e la doppia condottura potrebbe funzionare a rifluenza non solo per la spinta delle botti nella discesa e nella salita coll'eccesso e la deficienza di peso procurabili con aria compressa, ma altresì utilizzando all'uopo le stesse correnti dello stretto che si manifestano fortissime alternativamente sull'una e sull'altra spiaggia per provocare nel tempo stesso con una disposizione consimile a quella di un doppio tubo di Pitot la prevalenza e la depressione di carica nei due tratti tubolari. A mare agitato potrebbe l' intensità di quelle correnti subire delle perturbazioni e si presenterebbe forse allora l' opportunità di qualche tentativo per trar profitto dall' energia cinetica delle onde per raggiungere lo stesso scopo. Per mantenere il movimento della massa d'acqua nei due tubi ammessa la sezione media di 30 mq. per ciascuno, la velocità di 12 Km. all'ora e ritenuta perfettamente liscia l'interna superficie, la forza impellente effettiva abbisognevole sarebbe di circa 100 HP; mentre per eguale portata di transito a mezzo di locomotive l' occorrente forza motrice sarebbe immensamente maggiore ed interamente onerosa.

Traversata del passo di Calais.

La traversata dello stretto della Manica ha già formato oggetto di accurati studi ed anche di progetti concreti e furono all' uopo ideate costruzioni diverse di ponti colossali e di gallerie sottomarine, progetti la cui esecuzione ha sempre naufragato contro lo scoglio di opposizione irremovibile da parte della suprema autorità militare del Governo inglese. Anche a prescindere dalla supposizione di speciali segrete considerazioni cui non può giungere la pubblica investigazione, appare spiegabile questa diffidenza dell' Inghilterra, non già per le condizioni attuali della politica internazionale; ma per le future eventualità possibili, quantunque per nulla probabili; giacchè se con un colpo di mano un esercito nemico riuscisse ad impa-

dronirsi dello stabile e libero mezzo di comunicazione, basterebbe poche ore pel suo passaggio al completo sul territorio inglese.

Sembra perciò che compito degli ingegneri progettanti debba essere quello di studiare la soluzione del problema non solo nei riguardi tecnici ed economici; ma altresì specialmente coll'intento di evitare che dall'opera costruenda possa derivare una minorazione nelle condizioni di difesa del territorio inglese dal pericolo di una invasione nemica. Lo studio del progetto dovrebbe aver di mira il conseguimento della sicurezza e della comodità dei viaggiatori nella traversata e quindi senza traspordi e con treni brevi e frequenti associandovi l'impossibilità assoluta insita nel sistema alla percorrenza di lunghi treni ed in continuazione. Non sarebbe un gran male se l'impianto riuscisse insufficiente per eventuali straordinarie affluenze di viaggiatori e si dovesse ricorrere in tali casi al sussidio dei piroscafi, mentre è invece un disdoro grave alla civiltà ed al progresso dell'epoca presente la mancanza di un mezzo stabile e sicuro di trasporto attraverso a quello stretto pel movimento ordinario di viaggiatori, mancanza per la quale durante l'imperversare delle bufere l'Inghilterra rimane inaccessibile in quelle località malgrado non sia divisa dal continente che da una stretta e sottile striscia di mare, senza dire del ragguardevole numero di vittime umane che vengono a sacrificarsi nei cimenti di quella traversata.

Fra i diversi sistemi ventilatisi sembra che il maggior numero dei fautori l'abbia raccolto quello delle gallerie sotterranee, affermandosi anzi dai giornali l'esistenza di una società già istituita a tale proposito e pronta per l'esecuzione di una di queste appena venga a cessare il veto inglese. Lo scrivente convinto che sia questo realmente il sistema più pratico e vantaggioso, va ad esporre alcune considerazioni e proposte che gli sembrerebbero ammissibili a discussione nell'intento di rendere accettabile un progetto di tale natura anche dall'autorità militare inglese.

Ritenuto che il fondo pianeggiante dello stretto fra Dover e Calais è della profondità media di 50 metri con una larghezza minima di 32 Km. e che si presenta a metà un banco roccioso elevantesi sino a 10 metri sotto il pelo d'acqua, parrebbe possibile di approffittare di questo banco per costruirvi un porto internazionale di transito del movimento fra l'Inghilterra ed il continente e di rifugio per le navi pericolanti in tempi di bufera. Tale transito potrebbe allora effettuarsi mediante una doppia condottura idraulica sottomarina facente capo agli istituendi bacini a livello fisso indipendente da quello del mare presso i porti di Douver, Calais e l'internazionale suddetto.

Si avrebbe così una perfetta separazione sia nell'impianto che nel funzionamento delle condotture di ragione dei due stati e ciascuno di essi avrebbe il dominio del proprio doppio tronco, dei relativi accessi a mezzo di rivoltoni e del funzionamento di botti cartesiane di loro esclusiva proprietà. La nave di trasporto delle vetture ferroviarie passerebbe all'ora dall'uno all'altro litorale cambiando di botte nel bacino internazionale nel quale potrebbero così espletarsi le visite e le verifiche di confine.

Anche quì le botti dovrebbero avere il serbatoio d'aria compressa per espellere tanta acqua, arrivando al tratto in salita, da conseguire coll'alleggerimento di peso l'opportuna forza impulsiva d'ascesa. Però ad assicurare la circolazione dell'acqua coll'occorrente velocità, non sarà probabilmente sufficiente l'azione impulsiva temporanea delle botti in discesa ed in ascesa alle estremità delle condotture e potrà occorrere il sussidio di qualche speciale apparecchio motore da scegliersi opportunamente fra i tanti che vi si potrebbero impiegare a seconda delle circostanze locali.

Col progresso dei tempi verrà indubbiamente a sparire la possibilità di guerre fra le nazioni civili ed allora quaste condotture sottomarine, opportunamente modificate nei loro imbocchi, potrebbero diventare vere e proprie gallerie percorse da treni ferroviari con locomotive elettriche, restando ancora il nuovo porto internazionale nel mezzo dello stretto come luogo di rifugio, come termine di demarcazione di confine di due Stati e come monumento al triplice culto del progresso, della patria e della pace. Per ora, pur auspicando prossimo tale felice avvenire, converrebbe accontentarsi che la portata di transito di quella condottura restasse forzatamente limitata dal numero delle botti di trasporto messe in circolazione da ciascuno dei due Stati.

Navigazione marittima a convogli tubolari.

Nel chiudere la presente rassegna di proposte relative alla navigazione interna non si crede fuori di proposito l'accennare ad un voto riguardo al coordinamento con essa di quella marittima nell'interesse dell'economia di tempo e di spesa e nell'intento pure di una maggiore preservazione da disagi e pericoli e questo è l'augurio che il progresso dell'Ingegneria Navale porti presto a raggiugere l'ideale della costituzione di convogli marittimi atti a sfidare indisturbati le maggiori procelle anche dell'Atlantico e del Pacifico ed a percorrere poi scomposti nei loro elementi i canali di navigazione interna senza bisogno di trasbordo.

Parrebbe che un tale intento si potesse conseguire mediante una navigazione a fior d'acqua a mare calmo riducibile a sommerso durante le burrasche e che perciò converrebbe costituire questi convogli in una serie di botti cilindriche foggiate a somiglianza di quelle indicate per la navigazione tubolare, atte ciascuna a contenere una nave, che giunta in porto, avesse poi a continuare il proprio viaggio pei canali sino alla destinazione interna definitiva del suo carico. Queste botti cilindriche a profilo carico di navigazione in modo da essere galleggianti per una piccola quota costante del loro volume si unirebbero fra loro in serie mediante giunti elastici e tiranti governabili meccanicamente in modo da poter far subire al convoglio come ai treni delle ferrovie, tutte quelle inflessioni che potessero abbisognare sia durante la rotta che per manovra nei porti.

Nelle annesse tavole trovasi tracciata in modo puramente indicativo e schematico il tipo di un consimile convoglio che dovrebbe rendersi suscettibile della navigazione sommaria all'occorrente profondità per evitare i colpi delle onde a mare agitato. I due elementi estremi di prora e poppa porterebbero ciascuno una torretta fendente suscettibile d' inflessione solo lateralmente ed una doppia fune scorrevole dall' una all'altra di queste dovrebbe servire per le segnalazioni ordinarie e straordinarie comprese le semaforiche sia di giorno che di notte e pel trasporto del personale di servizio; giacchè gli elementi del convoglio tubolare non dovrebbero avere fra loro alcuna comunicazione.

Questi convogli verrebbero a richiedere uno spostamento d'acqua forse doppio di quello di una nave comune a parità di carico giacchè oltre alla nave convogliata si ha l'involucro della botte e l'acqua in cui la stessa deve galleggiare, sovracarichi del resto necessari anche per la sommergibilità; ma, se si tien conto che tutto questo volume di spostamento può distendersi su di una lunghezza più che quadrupla di quella di una nave capace dello stesso carico come limite massimo, si vede subito che la sua sezione e quindi la resistenza al movimento potrebbe ridursi anche a meno della metà in confronto di quest'ultima. Certamente che quella causata dalle due torrette a navigazione sommersa non potrebbe essere trascurabile, quant' unque in realtà molto minore di quanto a tuttaprima può apparire atteso il movimento di flusso e riflusso che si verifica col movimento delle onde; ma ritiensi che tale resistenza debba essere ancora assai minore di quella che incontrerebbe una nave comune a parità di carico utile colla sua mole emergente sia per effetto delle onde che del vento.

Lo studio di nuovi sistemi dinatanti atti a percorrere fiume e canali come pure a tenere il mare con piena sicurezza è certamente meritevole di generale interessamento e non dovrebbe mancargli il necessario sussidio devolvendo a suo favore un pò della propensione e dell'entusiasmo di cui si largheggia verso le costruzioni navali di mole gigantesca e dovrebbe a ciò valere la considerazione che la conseguibile economia nella spesa d'esercizio si risolverebbe specialmente nel risparmio di combustibile di cui è a temersi fra non molto un rincaro di prezzo da ingenerare una preoccupazione generale assai grave. Il tipo di natante quì indicato richiederebbe naturalmente un funzionamento su vasta scala con uniformità di servizio e di materiale a somiglianza di quanto è avvenuto per le ferrovie col comune scartamento dei binari e coi limiti di sezione e di lunghezza del materiale viaggiante. Si dovrebbero rendere facili e spedite le operazioni di smistamento degli elementari componenti il convoglio ed occorrerebbero conche speciali per il cambio in questi della nave convogliata, o di altro carico.

Sembrerebbe infine sommamente desiderabile e doveroso che nello studio di nuovi sistemi campeggiasse pure l'intento della costruzione di speciali e potenti mezzi di soccorso per le navi in pericolo di naufragare atti a procurare con celerità il salvataggio delle persone ed alla nave un ancoraggio sufficiente a scongiurare il naufragio.

Milano, 9 luglio 1908.

Ing. CAMPOFREGOSO.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

La seta artificiale. (1). — L'idea di produrre artificialmente un filato che avesse a presentare alcuni dei pregi del filo di seta naturale, è vecchia di quasi due secoli, e difatti la troviamo espressa da Réaumur fin dal 1734, idea che non venne però in alcun modo realizzata, e riprese soltanto nel 1855 da Andemars di Losanna che non seppe arrivare ad alcun risultato pratico. Fu nel 1885 che un ingegnere francese, il conte H. de Chardonnet prese un brevetto seguito da numerosi altri completivi per la produzione della seta artificiale trafilando una soluzione etere-alcoolica di nitro cellulosa, attraverso una filiera costituita da tubi capillari, e con susseguente evaporazione del solvente.

All'esposizione di Parigi del 1889 apparvero i primi campioni di seta artificiale che se erano ben lungi dall'assomigliare alla vera seta, presentavano però alcune qualità caratteristiche di questa.

Nel 1891 fu costruito a Besançon il primo impianto per le applicazioni dei brevetti Chardonnet; però, se il principio scientifico si poteva ritenere acquisito, si era ancora molto lontani da una fabbricazione pratica ed industriale.

La fabbricazione della seta artificiaie Chardonnet si basa su tre fasi distinte; preparazione della materia prima, trafilatura di questa materia attraverso tubi capillari; denitrificazione e lucidatura del filato.

La materia prima è la cellulosa, che costituisce come è noto, la base dei tessuti vegetali, così ad esempio la carta bianca da filtro è costituita da pura cellulosa, il cotone, certe qualità di legno e infine tutte quelle materie che si prestano alla fabbricazione di buona carta bianca, possono considerarsi come materie prime per la fabbricazione della seta artificiale.

Industrialmente si impiega sia della pasta di legno, come pure fibre di cotone purificate mediante bollitura, sbianca a base di cloro e lavaggi a grand'acqua. La materia prima essicata viene nitrificata mediante immersione in un bagno di acido nitrico e solforico riscaldato a 40° C (15 parti di $Az_2 O_5$ a 41 gradi su 85 parti di acido solforico commerciale a 65,8°).

L'operazione si compie in recipienti della capacità di 30 litri circa, essendo necessario un trattamento ridotto a piccole quantità; la durata della reazione varia da caso a caso ed è controllata con un esame microscopico. Per l'azione degli acidi, la cellulosa si trasforma in pyrossilina o cotone

(1) *Compte Rendu.* — Soc. des Ing. Civils de France.

fulminante, subisce un lavaggio energico, e previa essicazione mediante presse idrauliche, viene sciolta in una miscela di etere ed alcool nella proporzione di 40 litri di alcool e 60 litri d'etere.

La soluzione si effettua in apparecchi cilindrici che ruotano lentamente intorno ad un'asse orizzontale. Con questo trattamento si ottiene del collodio sotto forma di una massa verdastra e pastosa, che viene filtrata sotto pressione attraverso degli strati di strusa di seta o di cotone cardato.

La massa viene poi lasciata riposare immagazzinandola in grandi serbatoi dove ha luogo la precipitazione dei residui di cellulosa indecomposta. Dopo qualche giorno di riposo, il prodotto così ottenuto è pronto per essere filato o meglio compresso ad una pressione di 50° atm. (variabile a seconda dello stato di concentrazione del prodotto, attraverso una trafila costituita con tubi capillari in vetro perfettamente calibrati e con un diametro interno, variabile a seconda dei casi, tra 0, 10 e 0, 20 mm.

Il filamento vischioso trafilato attraverso questi tubi capillari viene immerso in un bagno che ne determina il coagulamento; si può impiegare a questo scopo, sia dell'acqua, come anche delle soluzioni saline o acide, dell'alcool ecc. (l'asciugamento dei fili può anche effettuarsi servendosi con speciali accorgimenti di una corrente d'aria calda a 45° C).

I fili guidati poi da pinzette adatte, vanno ad avvolgersi su delle bobine; previo abbinamento di diversi fili tra loro (da 5 a 15 a seconda del numero di filato che si vuol ottenere, e generalmente si tiene come unità di misura una lunghezza di filo di 476 metri e del peso di 0, 0531 grammi.

I filamenti come escono dalle trafile di vetro sono appena visibili, riesce tuttavia facile all'operaio che sorveglia, di accorgersi della rottura di un filo per il formarsi di piccoli palloncini di collodio all'orificio del corrispondente tubetto capillare. La velocità di passaggio del filo varia da 25 a 50 metri al minuto, e si comprende a priori come le bobine avvolgitrici debbano girare in modo assolutamente uniforme e regolare. Il filo avvolto sulle bobine ha un colore giallastro e la lucentezza della seta; è però straordinariamente infiammabile in ragione appunto dei composti nitrici costituenti.

Per ovviare a questo inconveniente grave si procede alla denitrificazione del filato che consiste in un trattamento a base di sostanze riduttrici, trasformanti la nitro cellulosa costituente il filo, in cellulosa.

Sono noti numerosi brevetti riguardanti questa fase della lavorazione e quelli fra i molti che hanno dati risultati praticamente buoni sono tenuti più o meno segreti. Si possono inpiegare per esempio come reagenti, l'iposolfito di soda diluito a 40°, cloruri ferroso o stannoso, il sulfo-carbonato di potassa e sopratutto i solfoidrati di sodio, calcio, magnesio o ammonio.

La denitrificazione per essere rapida e completa deve aver luogo ad una temperatura variabile a seconda della materia impiegata, (in generale però la più bassa possibile) e ad essa fa seguito una lavatura accurata, l'essicazione, il lustraggio delle matasse e la calibratura, operazioni analoghe a quelle che si notano nel trattamento della seta naturale.

Il filamento denitrificato non è più infiammabile e brucia lentamente se accostato ad una fiamma; ha però perduto molto della sua elasticità primitiva e quello che è più, della sua robustezza, specialmente allo stato umido. Si è cercato in mille modi di ovviare a questo inconveniente, ma i risultati finora ottenuti sono tutt'altro che soddisfacenti.

La tintura delle matasse si effettua in modo identico a quello usato per il cotone, colla differenza che si possono impiegare dei colori basici senza l'aggiunta di mordente.

Quanto si è venuto fin qui esponendo si riferisce alla preparazione della seta artificiale col sistema Chardonnet; ed a questo proposito sarà utile ricordare come accorgimenti speciali nella lavorazione siano fattori importanti della buona qualità e finitezza del prodotto; anche dal punto di vista meccanico si dovettero ricercare caso per caso le cause di inconvenienti e porvi riparo; così ad esempio si rinforzarono in modo speciale i filter presse tanto da resistere ad una pressione massima di 50 atm. resa necessaria in alcuni casil; e manovre dei montaliquido vanno eseguite con grandi precauzioni per evitare accidenti in quanto i vapori d'etere racchiusi nel corpo di pompa e nelle tubazioni possono infiammarsi per fenomeno d'autocompressione e causare l'esplosione degli apparecchi stessi.

In questi ultimi anni sono stati rilasciati numerosi brevetti complementari di ritrovati aventi lo scopo di ridurre le spese d'esercizio relativi e al ricupero parziale dei reagenti impiegati, poichè per molti di questi come l'acido nitrico, l'alcool, l'etere essendo di costo elevato, il loro ricupero anche parziale apporterebbe una notevole economia che tradotta in cifra potrebbe arrivare ad un massimo di una lira e mezza per chilogrammo di seta. Finora però per quanto è noto non si sono ottenuti risultati pratici decisivi.

Certamente quando fosse vicina una fabbrica di acido solforico si potrebbe utilizzare la miscela solfo-nitrica in una torre di Glower in quanto l'acido nitrico che si sviluppa sotto forma di vapori nitrosi a contatto dell'acido solforoso ad alta temperatura viene a cooperare nella reazione nelle camera di piombo. La miscela solfo-nitrica può servire anche a decomporre del nitrato di soda; si sviluppa acido nitrico che va a mescolarsi a quello proveniente dalla decomposizione del nitrato.

Un altro metodo di ricupero può anche essere quello di separare per distillazione l'acido nitrico, dall'acido solforico.

In ogni modo, prescindendo dai desiderata e dalle esigenze industriali, la seta Chardonnet, tipo principe fra tutte quelle a base di nitro cellulosa, è omogenea, uniforme, brillante e di sufficiente resistenza allo stato secco.

I successi ottenuti del prodotto Chardonnet hanno naturalmente creata della concorrenza, si sono studiati altri processi per preparare una materia tessile analoga alla seta e numerosi studi e memorie sono stati pubblicati su questo soggetto; in tutti questi processi si impiega una soluzione di cellulosa o di qualche suo derivato che viene precipitata sotto forma di filamento in un mezzo che assorbe e decompone il solvente; molti però di essi sono rimasti allo stato teorico e si può affermare che attualmente oltre

al sistema Chardonnet, due soli altri hanno saputo corrispondere ad una produzione pratica industrialmente parlando e precisamente: *a*) la seta a base di cellulosa cupro-ammoniacale (seta Givet o seta parigina); *b*) quella a base di solfo carbonato di cellulosa o seta viscosa.

I processi di produzione di seta artificiale basati sull'acetato di cellulosa, la caseina, la gelatina ecc. non hanno dato per quanto è noto, alcun risultato pratico.

Si è cercato di utilizzare la gelatina che filata ha un aspetto che ricorda quello della seta naturale; può ricevere e mantenere colorazioni diverse molto vive: a queste sue qualità vanno contrapposti difetti gravissimi, fra gli altri quello di rammollirsi e gonfiarsi per effetto dell'umidità colla conseguente perdita della sua lucentezza e della sua resistenza.

Si è cercato anche di utilizzare un filato lino seta e cioè trasformare con trattamento speciale i fili comuni di lino; i risultati pratici però non corrisposero.

Anche il concetto della filatura del vetro sedusse molti inventori, ma con risultato finale molto scarso.

Seta artificiale a base di cellulosa cupro-ammoniacale. — Sotto questa denominazione generale si comprendono le sete dette di Givet, parisienne, d'Ysieux, Glanzstoff. Il principio è il seguente: la cellulosa convenientemente preparata è sciolta in una soluzione ammoniacale di rame dippoi filata e precipitata direttamente col mezzo di un acido sotto forma di un filamento che non esige ulteriori trattamenti chimici.

Come materia prima si prestano benissimo i cascami di cotone mercirizzato e cioè trattato per due o tre ore in recipiente chiuso con una soluzione di soda caustica, e sottoposto a sbianca con ipoclorito di calce, lavato ed asciugato.

Il cotone così preparato si scioglie facilmente in una soluzione cupro ammoniacale; questa soluzione venne sperimentata per la preparazione della seta artificiale fin dall'anno 1884 ma il processo entrò nella fase pratica soltanto nel 1897 in seguito ad una serie di innovazioni brevettate da Pauly, Framery, Urban e Brunner.

Il liquido cupro ammoniacale si può ottenere sia trattando degli idrati o dei carbonati di rame in una soluzione d'ammoniaca a 20° B, sia immergendo nell'ammoniaca dei pezzi di rame ed iniettando contemporaneamente nel bagno dell'aria o dell'ossigeno.

La soluzione della cellulosa allo stato di cotone mercerizzato ha luogo a freddo e si ottiene del cellulosato di rame solubile, come tutti i sali di rame, nell'ammoniaca.

La presenza di carbonato o d'idrato di rame allo stato libero, aumenta a quanto si crede, la solubilità della cellulosa. La soluzione è passata ad un filter-presse con superficie filtrante a tessuto metallico e viene raccolta e lasciata riposare in serbatoi di deposito. L'ossido di rame che si deposita sul filtro viene raccolto e l'ammoniaca che si svolge è aspirata dalle pompe e trasformata in solfato d'ammoniaca.

Si procede in seguito al passaggio di filatura; la soluzione viene compressa ad una pressione di 3 a 4 atm. attraverso ad orifici capillari di 0,2 mm. di diametro analoghi a quelli impiegati nel processo Chardonnet

I filamenti semi-fluidi che escono dalla filiera sono immersi immediatamente in un bagno d'acqua acidulata (acido solforico a 30 gradi) che precipita la cellulosa.

La cellulosa precipitata contiene dell'ossido di rame e dell'ammoniaca che vengono eliminati lavando sistematicamente e ripetutamente i fili nell'acqua pura, dalla quale poi vengono ricuperati il rame e l'ammoniaca.

I filamenti ben lavati sono essicati sotto tensione sulle bobine, hanno una superficie brillante di facile colorazione e richiedono però del mordente quando si tratti di fissare dei colori basici.

La seta cupro-ammoniacale è molto apprezzata e può gareggiare perfettamente colla seta Chardonnet; il suo costo di lavorazione è relativamente poco elevato e la sua produzione va aumentando notevolmente di anno in anno, ha l'aspetto un pò differente nè lo stesso peso specifico della seta al collodio, il che permette di riconoscerla a primo colpo d'occhio.

Seta viscosa a base di solfocarbonato o di cellulosa. — Nel 1892, Gros e Bavan brevettarono un nuovo e curioso composto della cellulosa e precisamente il solfocarbonato di cellulosa; questo composto si ottiene trattando la cellulosa sodica o mercerizzata col solfuro di carbonio. Il prodotto della reazione è solubile nell'acqua e nelle soluzioni alcaline, viene chiamato viscosa e filato direttamente.

All'uscita dalla filiera il filamento è immerso in un bagno composto di acido solforico, solfato di ammoniaca e solfato di soda (brevetto Müller 1907).

Il solfocarbonato è decomposto e si rigenera una cellulosa idrata che costituisce il filamento.

Questo, l'esposto teorico del processo; in pratica, la materia prima impiegata è la pasta di legno al bisolfito che viene mercerizzata e cioè trattata con una lisciva di soda caustica. La cellulosa sodica che si ottiene, ammorbidita in un locale a temperatura costante e sottoposta all'azione di sfibratori od altri apparecchi speciali viene trattata in mescolatrici chiuse ermeticamente, con solfuro di carbonio (40 Kg. di solfuro ogni 100 Kg. di cellulosa.

L'apparecchio è a doppio fondo onde permettere una circolazione d'acqua avente l'ufficio di mantenere la miscela ad una temperatura costante di 20° centigradi circa. Dopo qualche ora la reazione è ultimata e la materia viene di nuovo mescolata a freddo in un bagno sodico fino a dissoluzione completa.

Previa filtrazione per eliminare le fibre di cellulosa non trasformate, la materia viene lasciata riposare in serbatoi di deposito. In tal modo vengono a sfuggire anche le bolle d'aria imprigionate nella miscela.

A soluzione maturata quando cioè il solfocarbonato disciolto si è polimerizzato (un analisi permette di seguire questa trasformazione), la viscosa viene passata in filatura.

La composizione di questa viscosa può variare da 7 a 10 % di cellulosa e 6 ad 8 % di soda.

I banchi di filatura o apparecchi Topham sono disposti su due file in numero di 25 a 30 a comprendono una pompa a portata uniforme che spinge la soluzione sotto una pressione molto debole attraverso delle piccole filiere in platino con fori di 0, 10 mm.; il numero di queste varia a seconda del titolo di filato che si vuol ottenere.

Le filiere sono immerse in un bagno coagulante riscaldato a 50°; i filamenti uscendo da questo bagno sono avvolti su bobine speciali subendo contemporaneamente una leggera azione torcente; vengono poi divisi e avvolti in matasse.

Queste vengono innanzitutto lavate in acqua abbondante ed essicate sotto tensione ad una temperatura inferiore agli 80° C. in modo da eliminare l'acqua d'idratazione della cellulosa e dippoi passate in una soluzione tiepida di solfuro di sodio per eliminare lo zolfo che dà troppa rigidità al filo ed un colore eccessivamente giallastro.

Finalmente si procede ad un ultimo lavaggio e ad un passaggio di sbianca con ipoclorito di soda, acqua acidulata ed acqua pura.

Tutte queste operazioni possono susseguirsi senza interruzione cogli apparecchi sistema Dehaitre per modo che le matasse stese su sopporti adatti vengono ad essere immerse successivamente in barche contenenti i differenti bagni (solfuro, acqua, ipoclorito, acido, sapone ed acqua). La desolfurazione e l'imbianchimento possono anche venir eliminati dal diagramma di lavorazione quando il filato deve venir tinto in nero.

La seta viscosa è in insolubile nell'acqua e si tinge altrettanto facilmente della seta Chardonnet; come le altre sete artificiali, perde la sua resistenza per effetto dell'umidità, ha però il merito a detta dei produttori, di costare meno delle altre qualità precedentemente descritte.

Risultati dinamometrici comparativi tra le differenti qualità di seta allo stato secco ed allo stato umido.

		SECCA		BAGNATA	
		elasticità (1)	tenacità	elasticità	tenacità
Seta Chardonnet	(90 denari)	10	145 g.	8	40 g.
» Givet	(120 »)	14	131	9	40
» Viscosa	(130 »)	10	146	8	38
» Stenosa	(130 »)	8	200	8	100
» Naturale		18	300	18	300

e riassumendo: allungamento medio 10 a 12 %
tenacità media 1,1 a 1.3 per denaro.

Si sono tentate delle prove per rivestire la seta di un appretto idrofugo come gelatina insolubile, albumina, celluloide ecc., ma senza risultalo alcuno dal punto di vista pratico; si sostiene però che il sistema M. Eschalier di

(1) Allungamento %.

Lione chiamato « stenosage » abbia dato dei buoni risultati applicato a tutte le qualità di seta ma in modo speciale alla seta viscosa.

Il processo consiste nel trattare colla formaldeide in certe condizioni speciali i filamenti di seta in presenza di un agente adatto a determinarne la condensazione. L'aldeide formica produce probabilmente sulla cellulosa la stessa azione esercitata sulle materie albuminoidi (gelatina, caseina).

Il processo si svolge nel modo seguente: le matasse di seta viscosa sono immerse in un bagno di

Formaldeide al 40 %
Allume di potassa
Acido lattico a 80 %
Acqua

si lasciano poi sgocciolare e si asciugano in un essicatoio riscaldato a 30-40° C. e nel quale è stata disposta una bacinella di piombo con dell'acido solforico concentrato quale mezzo di disidratazione, si lavano poi di nuovo a grande acqua e si procede ad un ulteriore essicazione.

I fili così trattati mantengono la loro superficie brillante e pare acquistino una resistenza allo stato umido che si avvicina a quella che si ha allo stato secco.

Riassumendo si possono produrre oggigiorno secondo i diversi processi, dei filamenti analoghi al filo di seta naturale, che possono in alcuni casi venir sostituiti a questa; hanno minore morbidezza, sono diversi al tatto, ma la loro superficie ha un forte grado di lucentezza; il loro difetto principale è quello di presentare una resistenza molto minore, specialmente allo stato umido, resistenza che però riacquistano ritornando allo stato secco Un altro inconveniente è il loro peso specifico che è superiore del 10 % il che determina a parità di peso una diminuzione molto sensibile del carico il che equivale a dire che bisogna impiegare una quantità superiore di seta artificiale per arrivare allo stesso effetto che si avrebbe colla seta naturale.

La seta naturale è un articolo di prima necessità, la sua bellezza e le sue qualità affatto caratteristiche, le assicurano sempre il primo posto; la produzione mondiale viene stimata in trenta milioni di chilogrammi dei quali venti milioni forniti all'industria.

La Francia ne produce soltanto 605000 Kg. e ne importa dall'estero (Italia, Giappone, China), per 3 500 000 Kg.

Produzione mondiale della seta (1)

A) Seta messa a disposizione dell'industria nel 1906.

1.°) *Prodotta nell'Europa occidentale.*

Francia	605 000	Kg.
Italia	4 745 000	»
Spagna	56 000	»
Austria-Ungheria	344 000	»
Totale	5 750 000	Kg.

(1) Vedi « *L'industrie textile* ».

2.°) *Prodotta nel Levante e nell' Asia centrale.*

Turchia asiatica	1 000 000 Kg.
» europea	250 000 »
Balcani	180 000 »
Grecia e Creta	80 000 »
Caucaso	395 000 »
Persia — Turkestan	580 000 »
Totale	2 485 000 Kg.

3.°) *Esportazione dall' Estremo Oriente.*

China	5 880 000 »
Giappone	5 800 000 »
Indie	295 000 »
Totale	11 925 000 Kg.

B) Si può ritenere inoltre che il consumo interno della China e del Giappone ammonti a 10 milioni di Kg.

Riassumendo quindi abbiamo quale produzione mondiale:

Europa occidentale	5 750 000 Kg.
Levante e Asia Centrale	2 485 000 »
Esportazione Estremo Oriente . .	11 925 000 »
Consumo interno Estremo Oriente .	10 000 000 »
Totale	30 160 000 Kg.

Ora stando a delle cifre soltanto approssimative nella fabbricazione della seta artificiale si arriva ad una produzione che supera i tre milioni di chilogrammi ripartita come segue:

Seta nitro-cellulosa (Chardonnet)	da	1 200 000	a	1 500 000
» cupro-ammoniacale (Givet)	»	1 000 000	»	1 200 000
» viscosa	»	400 000	»	500 000

Il costo di fabbricazione è tenuto segreto ed è difficile avere dati al riguardo; ammettendo un funzionamento regolare dello stabilimento si arriva approssimativamente alle seguenti cifre:

Seta nitro-cellulosa	da	13	a	15	fr. per	Kg.
» cupro-ammoniacale	«	11	»	13	» »	»
» viscosa . . .	»	9	»	12	» »	»

La Francia fabbrica annualmente da 5 a 600 000 Kg. di seta artificiale consumata quasi totalmente in paese; la Germania ha una produzione molto maggiore ed esporta in tutti i paesi del mondo, specialmente, nell'America del Nord, acquistando e rivendendo anche la produzione della Svizzera e del Belgio.

Influenze degli effluvii sulla resistenza di isolamento degli isolatori, *per F. Nègre* (1). — La resistenza d'isolamento di un isolatore è definita dalla relazione $R = \frac{I}{V}$ dove V rappresenta la tensione applicata, alla gola dell'isolatore, mentre la sua parte in ferro ha la tensione zero ed I è l'intensità della corrente che va dalla gola dell'isolatore alla parte in ferro. Il cammino percorso da questa corrente segue specialmente la superficie dell'isolatore, quindi per aumentare la resistenza di esso è necessario aumentare le sue dimensioni come pure il numero delle campane.

Inoltre per fare in modo che a tensioni elevate l'isolatore sia capace d'impedire che una scarica distruttiva avvenga tra la gola dell'isolatore e il perno che lo sostiene si è ricorso all'artificio di costruire l'isolatore in parecchi pezzi accuratamente smaltati, ognuno dei quali a forma di campana, questa suddivisione permette anche di avere la porcellana omogenea e ben vetrificata.

A partire da una certa tensione si producono degli effluvii elettrici tra le campane e la parte metallica. L'A. studia l'influenza di questi effluvi sulla resistenza di isolamento dell'isolatore; il metodo impiegato è quello della deviazione.

Uno dei poli della macchina di Wimshurst veniva collegato alla gola dell'isolatore da sperimentare; la parte metallica di esso veniva collegata all'altro polo per mezzo di un galvanometro intermedio; la tensione veniva misurata con un elettrometro Bichat e Blondlot.

Il galvanometro era ricoperto da un rivestimento metalico comunicante con la terra, onde proteggerlo contro l'elettrizzazione per influenza dovuta alla vicinanza di conduttori ad alta tensione.

L'A. dopo una serie di accurate misure conclude che per tutti gli isolatori esaminati la resistenza di isolamento è costante fino ad un certo valore della tensione detta dall'A. *valore critico* dell'isolatore considerato.

I. La tensione critica varia con le dimensioni, la forma e lo stato dell'isolatore. Essa è tanto più elevata:

1.° Quanto le dimensioni dell'isolatore sono più grandi;

2.° Quanto più grande è il diametro della campana superiore;

3.° Quanto più l'isolatore è pulito ed asciutto.

Così essa ha variato da 11.000 volt per l'isolatore a campana semplice della serie 1, fino ha 16.000 volt per l'isolatore a tripla campana della stessa serie e 32.000 volt per l'isolatore americano tipo 50.000 volt.

(1) *Accadémie des Sciences.*

Un deposito di carbone sulla campana superiore ha fatto abbassare la tensione critica da 32.000 a 20.000 volt per l' isolatore americano tipo 50.000 volt e da 20.000 a 16.000 per l' isolatore tipo 25.000 volt. Delle goccie d'acqua sulla campana di questi due ultimi isolatori, hanno fatto abbassare la tensione critica a 16.000 volt per il primo e a 12.000 volt per il secondo.

II. A partire dalla tensione critica la resistenza dell'isolatore decresce tanto più rapidamente:

1.° quanto più sporco e bagnato è l'isolatore;

2.° quanto più piccolo è il diametro della campana superiore.

Inoltre l' A. ha osservato che ad una tensione sufficientemente elevata, superiore a 20.000 volt, le goccioline d'acqua sparse sulla superficie della campana superiore d'un isolatore bagnato, si raccolgono in grosse goccie e si dirigono verso la periferia della campana ove restano sospese assumendo poi una forma conica sempre più distinta.

Esaminate nell' oscurità le punte di queste gocce avevano dei prolugamenti formati da fascetti luminosi quando l' isolatore era ad una tensione positiva: la punta invece si presentava circondata da uno splendore meno intenso, quando la tensione dell' isolatore era negativa. Numerosi effluvi si producevano in tal caso tra le goccie e la parte metallica dell' isolatore: la deviazione del galvanometro aumentava allora rapidamente con la tensione. La corrente passante per il galvanometro era allora circa 20 e 30 volte maggiore di quella che lo avrebbe attraversato se la resistenza dell' isolatore fosse restata costante.

Gli effluvii sembra che siano più intensi quando l' isolatore è sottoposto ed una tensione negativa; sembra ancora che gli effluvii dipendano sopratutto dalla forma della campana superiore e del suo diametro e non dal numero delle campane.

L' A, si propone di continuare le sue ricerche esperimentando con la corrente alternata ad alta tensione.

Sulle ferrovie a trazione elettrica con speciale riguardo al sistema monofase. (1) Vedi Tav. 41. — Gli studi riguardanti la trazione elettrica sulle ferrovie hanno avuto in quest' ultimo decennio un impulso notevole, di tanto più difficile in quanto la locomotiva a vapore rappresenta ancora un ottimo mezzo di trazione sia per la indipendenza del servizio che per le condizioni favorevoli del funzionamento meccanico, del consumo di vapore relativamente ridotto ecc; epperò queste si verificano in misura minore quando si vogliano raggiungere sforzi eccezionali di trazione e forti velocità nella marcia dei treni, poichè in questi casi il rendimento economico discende rapidamente.

E poichè nelle condizioni normali di traino, le locomotive moderne soddisfano pienamente, così le applicazioni della trazione elettrica si limitarono

(1) Riassunto da una memoria del Dr. Eichberg. (Z. d. Ingenieure)

in massima parte sui percorsi a forti pendenze, laddove interessava di non aver fumo (traino nelle gallerie), pel servizio su ferrovie secondarie e per i servizi tramviari nell'interno delle città.

Le ferrovie secondarie su strade comuni con traino elettrico si contano numerose in America; la velocità di marcia nell'interno della città è limitata da 15 a 25 Km.-ora, raggiungendo dei massimi di 100 Km.-ora su strada libera.

Il motore elettrico ha completamente suppiantata la locomotiva a vapore nell'interno della città e sulle tramvie provinciali specialmente in America ed in Inghilterra; e se ne hanno però esempi numerosi anche in Italia, Francia e Germania.

La parte più interessante del problema resta però sempre quella riguardante la trazione elettrica sulle ferrovie e scopo di questo articolo è appunto quello di mostrare quali siano i limiti economici entro i quali il problema stesso può svolgersi. Così ad esempio per quanto riguarda le ferrovie prussiane, il prof. Pforr ha dimostrato che anche quando l'energia elettrica prodotta col vapore arrivasse ad un massimo di costo di 3, 5 pfennig per Kw.-ora, l'utile realizzabile col traino elettrico sarebbe sufficiente a dare al capitale d'impianto l'interesse del 5 %

Queste condizioni vengono naturalmente a migliorare coll'aumento del traffico che segue al migliorato servizio, disponendo d'impianti di generazione favorevoli sia dal punto di vista tecnico che economico. Epperò il problema tecnico si può riassumere in questo; *a)* costruzione di un macchinario che risponda a tutte le esigenze del traino sia per treni merci, per treni misti e per treni diretti; *b)* disporre di un armamento elettrico della linea rispondente alle condizioni di assoluta sicurezza del traffico pur impiegando alte tensioni, e limitare dal punto di vista tecnico le spese d'esercizio.

Sarà utile di riassumere quanto finora si è fatto in questo campo. Per quasi tutte le ferrovie a trazione elettrica con corrente continua si adottarono tensioni da 500 a 750 volt arrivando ad un massimo di 1000 volt. Per linee importanti la tensione a corrente continua rende necessaria la posa di una terza rotaia colle difficoltà inerenti ai punti d'incrocio dei binari e negli scambi, tantochè recentemente per la ferrovia New-York-Central si dovette sospendere la terza rotaia sopra ai binari stessi.

Un'altro caso interessante di trazione elettrica si ha su un percorso di 2, 4 chilometri in galleria lungo la linea Baltimora-Ohio. La trazione elettrica su questo tratto ebbe inizio nell'anno 1894.

Le locomotive impiegate erano a quattro assi con motori direttamente accoppiati per modo che si utilizzavano 97 tonnellate come peso aderente. La potenza sviluppata dai motori era di $4 \times 360 = 1440$ HP con un corrispondente sforzo di trazione di 19000 Kg. Nell'anno 1903 si costruirono per questo tratto di linea delle locomotive ancora più pesanti con otto motori da 200 HP ognuno accoppiati agli assi con trasmissione a ruote dentate. Anche in questo tipo di locomotiva doppia il peso totale di 2×80 tonn. è utilizzato per l'adesione.

Lo sforzo di trazione continuo corrispondente alla potenza sviluppata dai motori risulta di 31000 fino a 36000 Kg. che non venne mai raggiunto con locomotive a vapore.

Macchine siffatte non sarebbero adottabili dato l'armamento delle linee europee, tanto per lo sforzo di trazione che per la pressione su ciascun asse di 20 tonn., e l'esempio vale solo a dimostrare a quali limiti si possa giungere colla trazione elettrica.

Vanno pure ricordate le locomotive elettriche delle ferrovie New-York-Central delle quali ben 35 sono destinate al rimorchio dei treni ferroviari

Fig. 1. — Motore elettrico monofase da 350 HP.

nella stazione principale di New-York. In queste locomotive la distribuzione di collegamento degli organi meccanici ed elettrici, fu ideata molto opportunamente. Le armature dei motori sono direttamente calettate sugli assi mentre la carcassa esterna fa parte della struttura del baty. Si contano quattro motori bipolari da 550 HP ognuno, del tipo aperto; che consentono uno sforzo normale di trazione di 9500 Kg. ed un massimo di 16000 chilogrammi.

Delle 86 tonn. di peso totale, 62, 5 vanno sugli assi motori ed il resto sugli assi dei carrelli portanti. La velocità massima a carico è di 105 Km.-ora ed a locomotiva libera si possono raggiungere i 130 Km.-ora.

In contrapposto ai notevoli vantaggi dati dalle locomotive a corrente continua per quanto riguarda la facilità della regolazione ed alla uniformità di funzionamento, non bisogna dimenticare come il sistema a corrente

continua richieda, la posa di una terza rotaia, e l'impianto lungo la linea di sottostazioni di trasformazione con conseguenti perdite di energia sia nella terza rotaia che nel macchinario di trasformazione.

Per queste molteplici ragioni già da parecchio tempo gli sforzi degli

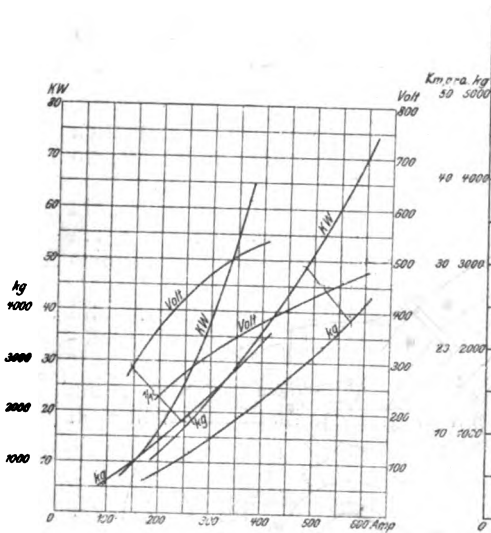



Fig. 2. — Diagramma di un motore monofase da 350 HP.

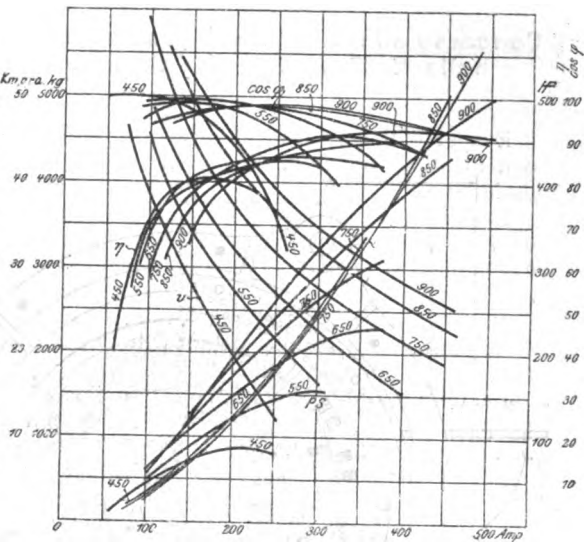



Fig. 3. — Diagramma dei rendimenti e dei cos φ di un motore da 350 HP.

elettrotecnici e dei costruttori sono diretti a studiare una conveniente utilizzazione diretta sui motori della corrente alternata prodotta nelle officine generatrici. Così sul tratto di prova Berlino-Zossen si marciò con motori a 14000 volt di tensione.

(Continua).

CONCORSI

Concorso alla cattedra di professore straordinario di matematica nella R. Scuola media di commercio in Milano.

È aperto il concorso al posto di professore straordinario di matematica con lo stipendio annuo lordo di lire 2000, nella Scuola media di commercio in Milano.

Le domande di ammissione al posto di cui sopra, stese in carta bollata da lire 1,20, dovranno essere spedite al Ministero di agricoltura, industria e commercio (Ispettorato generale dell'insegnamento professionale), in plico raccomandato con ricevuta di ritorno.

Il concorso è bandito per titoli; la Commissione giudicatrice ha facoltà di chiamare ad un esperimento di esami i soli concorrenti ritenuti preferibili per i titoli esibiti.

La Commissione giudicatrice non farà dichiarazione di eleggibilità, ma proporrà, con relazione motivata, non più di tre candidati in ordine di merito e non mai alla pari.

Concorso al posto di direttore e insegnante di disegno nella Scuola industriale forestale in Pratovecchio-Stia (provincia d'Arezzo) con la direzione dei laboratori annessi.

È aperto in Roma, presso il Ministero di agricoltura, industria e commercio (Ispettorato generale dell'insegnamento professionale), un concorso per il posto di direttore della Scuola di piccole industrie forestali in Pratovecchio-Stia, con l'obbligo dell'insegnamento del disegno elementare ed applicato e di plastica e con direzione del laboratorio annesso alla Scuola.

Il candidato prescelto sarà nominato per un biennio col grado di straordinario e con lo stipendio annuo di lire 2500; dopo tre anni di esperimento egli potrà essere promosso al grado di ordinario con lo stipendio di lire 3000. Egli godrà anche l'alloggio gratuito nel locale della scuola.

Il concorso è per titoli e per esame, il quale consisterà in conferenze con la Commissione esaminatrice e in esperimenti tecnici.

Le domande di ammissione al concorso e tutti i documenti necessari, in forma legale, dovranno essere inviati al Ministero di agricoltura, industria e commercio (Ispettorato generale dell'insegnamento professionale), in plico raccomandato, in modo che pervengano non più tardi del 30 settembre 1908.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. O. SALDINI, Gerente.

UN METODO SEMPLICE
DI AVVIAMENTO DEI CAVI AD ALTA TENSIONE.

Nota dell'Ing. **ALBERTO DINA.**

Sono stati proposti parecchi metodi per l'avviamento dei cavi, intendendo per avviamento di un cavo la sua messa sotto tensione in modo che non abbiano a nascere sovratensioni.

Essi sono basati sul principio di applicare al cavo la tensione d'esercizio non tutto ad un tratto, sibbene gradualmente; potendo questo principio esplicarsi in doppia forma, e cioè nel far crescere la tensione da zero al valore di regime o in modo continuo o in modo discontinuo. Esso è stato realizzato in entrambe le forme sia mediante opportuni trasformatori, sia mediante opportune resistenze inserite in serie fra la sorgente di elettricità e il cavo; però la variazione graduale della tensione obbliga a ricorrere a costruzioni piuttosto complicate.

Lo scrivente crede di condividere il parere di buona parte dei tecnici della partita, ritenendo che tutti questi metodi pecchino per eccessiva prudenza a tutto vantaggio dei fabbricanti di cavi. Difatti poichè la massima sovratensione da aspettarsi nell'inserzione di un cavo è uguale alla tensione di regime (sicchè la tensione risultante potrebbe nel momento dell'inserzione arrivare soltanto al valore doppio del normale), piuttosto che pensare ad apparecchi avviatori, sarebbe più opportuno pretendere che i cavi fossero in grado di sopportare una tale sovratensione senza risentirne il menomo danno.

È giusto d'altra parte che un'eccezione possa venire fatta per quei cavi, i quali — e per la lunghezza notevole e per la rilevante tensione d'esercizio — costituiscano una parte così importante dell'impianto (sia in vista del capitale in essi impiegato che in vista dei danni derivanti da un'eventuale interruzione d'esercizio) da rendere giustificato l'impiego di un apparecchio di prevenzione; e questo tanto più, quanto più frequenti dovranno essere le manovre di inserzione e di disinserzione.

Del resto, in qualunque caso, l'opportunità o meno di applicare un metodo di avviamento dipenderà dalla semplicità e dal costo dell'apparecchio relativo. Il metodo, che forma l'oggetto di questa nota, e che consiste nell'inserire il cavo insieme ad una resistenza in parallelo *convenientemente dimensionata,* disinserendo questa subito dopo, non richiede una variazione graduale ed ha il vantaggio, che risulterà da considerazioni ulteriori, di poter venire realizzato adoperando le resistenze di smorzamento degli scaricatori; queste compiono allora un doppio ufficio con evidente economia.

***

Per semplicità consideriamo il cavo come una capacità concentrata e trascuriamo l'influenza della sua autoinduzione, come pure quella della resistenza sia del cavo che del generatore.

Avremo quindi lo schema della Fig. 1, dove E sta a rappresentare una sorgente di f. e. m. (una o più macchine in parallelo) di valore momentaneo e, L l'autoinduzione di tale sorgente, C la capacità del cavo, R la resistenza

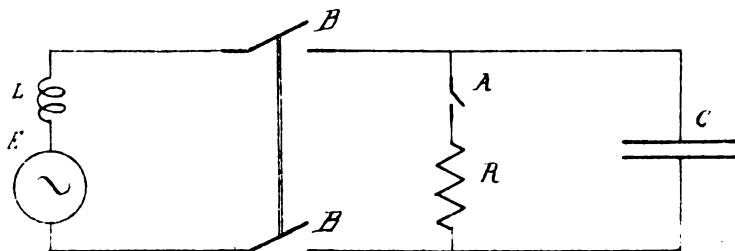



Fig. 1.

ausiliare che può essere inserita e disinserita mediante l'interruttore A, B l'interruttore principale che serve a connettere cavo e resistenza alla sorgente.

Per la messa sotto tensione del cavo si chiuda prima l'interruttore A, poi l'interruttore B.

Chiamiamo p il valore momentaneo della tensione agli estremi comuni dei tre rami di cui si compone il circuito; allora la corrente i di carica del condensatore è espressa da $C\frac{dp}{dt}$ e la corrente j che attraversa la resistenza da $\frac{p}{R}$. Ciò posto, otterremo un'equazione da cui dedurre p, scrivendo che questa tensione è uguale alla somma delle f. e. m. agenti nel ramo in cui è contenuta la sorgente, cioè, essendo la corrente erogata dal generatore $i+j$, scriveremo che:

$$p = e - L\frac{d}{dt}(i+j)$$

oppure:

$$p = e - L\frac{d}{dt}\left(C\frac{dp}{dt} + \frac{p}{R}\right)$$

equazione, che, dopo essere stata ordinata, si trasforma nella seguente:

$$\frac{d^2p}{dt^2} + \frac{1}{CR}\frac{dp}{dt} + \frac{p}{CL} = \frac{e}{CL}.$$

L'integrale generale di una equazione di questa forma si compone, com'è noto, di un integrale particolare, che corrisponde al periodo di regime, e di una funzione complementare, che caratterizza il periodo variabile.

Se ammettiamo che la f. e. m. varii in modo sinusoidale, e cioè che sia $e = E \operatorname{sen} \omega t$, l'integrale particolare ha l'espressione:

$$P \operatorname{sen} (\omega t - \varphi)$$

dove:

$$P = \frac{E}{\sqrt{(1 - \omega^2 C L)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}$$

e:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\frac{\omega L}{R}}{1 - \omega^2 C L}$$

La funzione complementare è della forma:

$$c_1 \varepsilon^{\frac{t}{T_1}} + c_2 \varepsilon^{\frac{t}{T_2}}$$

essendo ε la base dei logaritmi naturali, c_1 e c_2 opportune costanti e T_1 e T_2 le radici dell'equazione algebrica (corrispondente all'equazione differenziale in p col secondo membro uguale a zero):

$$T^2 + \frac{1}{CR} T + \frac{1}{CL} = 0;$$

T_1 e T_2 hanno cioè i due valori:

$$-\frac{1}{2 C R} \pm \sqrt{\frac{1}{4 C^2 R^2} - \frac{1}{C L}}.$$

A seconda che la quantità sotto radicale è maggiore o minore di zero, la funzione complementare è effettivamente la somma di due funzioni esponenziali od invece assume forma immaginaria e si può trasformare in un prodotto della forma:

$$A \varepsilon^{-\frac{t}{2 C R}} \operatorname{sen} \left(t \sqrt{\frac{1}{C L} - \frac{1}{4 C^2 R^2}} + \Phi \right)$$

essendo A e Φ due nuove costanti.

Nel primo caso (essendo gli esponenti di ε negativi) la tensione raggiunge in modo asintotico il valore $P \operatorname{sen} (\omega t - \varphi)$ e quindi non nascono sovratensioni; nel secondo caso invece la tensione cresce oltre questo

valore e non raggiunge il valore finale che in seguito ad una serie di oscillazioni, che si compiono attorno a tale valore colla frequenza:

$$n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}}$$

e collo smorzamento:

$$\alpha = \frac{1}{2CR}\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{4CR^2}{L} - 1}}.$$

La condizione adunque perchè non abbiano a nascere alla chiusura del circuito oscillazioni è che sia:

$$\frac{1}{CL} \geq \frac{1}{4C^2R^2}$$

cioè:

$$R \leq \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Il valore della resistenza R ha quindi per lo scopo che ci interessa un limite superiore, che riesce tanto più basso quanto più piccolo è L e grande C.

È interessante rammentare qui la nota proprietà che in un circuito, che contenga una resistenza ρ ***in serie*** con una capacità C ed un' autoinduzione L, non possono nascere oscillazioni libere quando sia:

$$\rho \geq 2\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Se le due resistenze, la R in parallelo e la ρ in serie, obbediscono all' uguaglianza:

$$\rho R = \frac{L}{C}$$

le due condizioni limiti per R e per ρ si possono dedurre l'una dall'altra; sicchè possiamo enunciare l'elegante proprietà, che, riguardo alla formazione di oscillazioni, una resistenza R in parallelo ha lo stesso effetto di una resistenza ρ in serie, quando il prodotto di tali resistenze uguagli il rapporto fra il coefficiente di autoinduzione e la capacità del circuito.

Tornando al nostro problema, a noi interessa di rispondere alla seguente domanda: una volta che la resistenza R non obbedisca alla condizione limite trovata, qual'è la massima sovratensione che ci possiamo aspettare?

Il rispondere a questa questione nel caso che la f. e. m. sia sinusoidale

non offre alcuna difficoltà di principio, ma i risultati si presentano sotto forma complicata, che rende non troppo semplice la discussione. Avendo già fin da principio introdotto delle ipotesi semplificatrici, sarebbe inutile voler procedere ora con tutto il rigore, tanto più che una grande esattezza non è nemmeno richiesta per le applicazioni pratiche. Facciamo quindi la nuova ipotesi semplificatrice (in generale assai vicina alla realtà) che le oscillazioni siano di frequenza molto maggiore della frequenza della macchina e che esse siano rapidamente smorzate. Possiamo allora ammettere con sufficiente approssimazione che nell'integrale generale:

$$p = P \operatorname{sen}(\omega t - \varphi) + A \varepsilon^{-\frac{t}{2CR}} \operatorname{sen}\left(t \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}} + \Phi\right)$$

il primo termine conservi un valore costante dal momento dell'inserzione fino a quello in cui le oscillazioni si possono ritenere praticamente spente. Quest'ipotesi si avvicina tanto più alla realtà, quanto più piccola è la variazione del primo termine (il valore della sua derivata rispetto al tempo) nel momento dell'inserzione, cioè quanto più questo termine è prossimo ad un suo massimo o minimo. Un tale valore, dopo quanto abbiamo ammesso fin qui, è anche il più sfavorevole per la questione che ci occupa, sicchè possiamo a dirittura considerare il solo caso in cui il primo termine abbia il suo valore massimo P.

Ritenuto adunque in seguito a tale restrizione che sia:

$$p = P + A \varepsilon^{-\frac{t}{2CR}} \operatorname{sen}\left(t \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}} + \Phi\right)$$

determiniamo le due costanti A e Φ, osservando che per $t = 0$ sono nulle la corrente j nella resistenza, che è proporzionale a p, e la corrente i di carica del condensatore, che è proporzionale a $\frac{dp}{dt}$; condizioni queste che, fatti i dovuti passaggi, si traducono nelle due equazioni:

$$0 = P + A \operatorname{sen} \Phi$$

e:

$$0 = \cos \Phi \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}} - \frac{\operatorname{sen} \Phi}{2CR}$$

Da queste si ricava:

$$\operatorname{tg} \Phi = \sqrt{\frac{4CR^2}{L} - 1}$$

$$A = \frac{-P}{\operatorname{sen} \Phi} = \frac{-P}{\sqrt{1 - \frac{L}{4CR^2}}}$$

sicchè in fine:

$$p = P \left\{ 1 - \frac{\varepsilon^{-\frac{t}{2CR}}}{\sqrt{1 - \frac{L}{4CR^2}}} \operatorname{sen}\left(t \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}} + \operatorname{arc\,tg} \sqrt{\frac{4CR^2}{L} - 1} \right) \right\}$$

I massimi e i minimi di questa tensione risultante hanno luogo per quei valori del tempo che ne annullano la derivata prima, valori, che, a calcoli fatti, risultano compresi nella formola:

$$t = \frac{h\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}}}$$

essendo h un numero intero qualunque.

In corrispondenza i valori massimi e minimi della tensione sono dati dall'espressione generale:

$$p = P \left\{ 1 - \cos h\pi \,.\, \varepsilon^{-\frac{h\pi}{\sqrt{\frac{4CR^2}{L} - 1}}} \right\} = P \left\{ 1 - \cos h\pi \,.\, \varepsilon^{-\frac{h\alpha}{2}} \right\};$$

come mostra la formola, il rapporto fra i loro valori e P è funzione unicamente dello smorzamento.

I massimi, che sono quelli che a noi interessano, si hanno per i valori dispari di h; il primo di essi è:

$$p'_m = P \left(1 + \varepsilon^{-\frac{\pi}{\sqrt{\frac{4CR^2}{L} - 1}}} \right)$$

il secondo:

$$p''_m = P \left(1 + \varepsilon^{-\frac{3\pi}{\sqrt{\frac{4CR^2}{L} - 1}}} \right)$$

e così via.

La parte esponenziale, che rappresenta rispetto ad 1 il valore percentuale della sovratensione rispetto alla tensione di regime P, è uguale a zero per il valore limite $R = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$, trovato più sopra; e, per un va-

lore della resistenza che sia uguale a K volte tale valore limite, essa assume i valori:

$$\varepsilon^{-\frac{\pi}{\sqrt{K^2-1}}} \quad \text{pel primo massimo}$$

$$\varepsilon^{-\frac{3\pi}{\sqrt{K^2-1}}} \quad \text{pel secondo massimo}$$

e così via.

È importante notare che lo smorzamento dovuto alla resistenza, e che è espresso da:

$$\frac{2\pi}{\sqrt{K^2-1}},$$

può rendere innocua una serie di oscillazioni, anche quando la prima oscillazione raggiunga un valore tale, che persistendo per molte oscillazioni successive, potrebbe danneggiare l'isolante.

Nella Fig. 2 sono rappresentati graficamente questi valori percentuall dei due primi massimi in funzione di K. Per K < 1, cioè se la resistenza

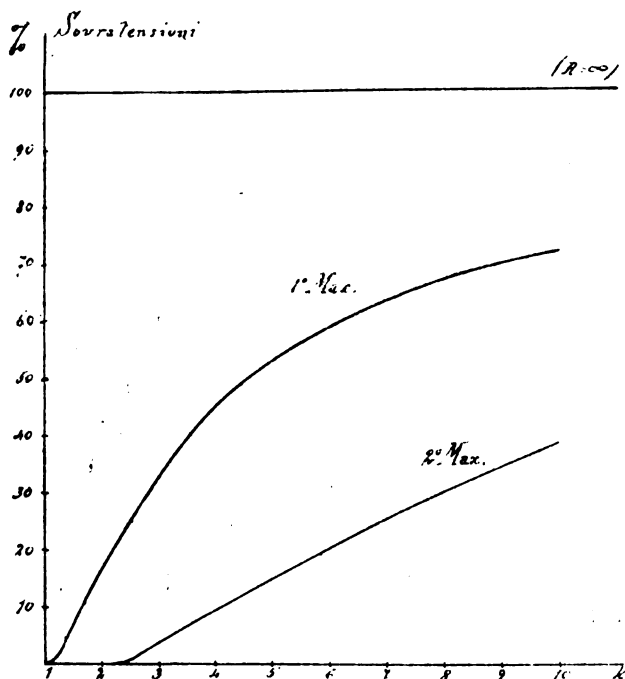



Fig. 2.

è minore del valore limite, sappiamo già che non vi sono sovratensioni. Per K = ∞, cioè se l'inserzione del cavo avviene senza resistenza, l'espo-

nenziale è uguale all'unità, ritrovandosi così il risultato noto che la sovratensione massima è allora uguale alla tensione di regime, e che lo smorzamento delle oscillazioni è uguale a zero.

Occorre però osservare che noi abbiamo espresso fin qui la tensione, che risulta in questa prima manovra d'inserzione, riferendola alla tensione P, cioè all'ampiezza della tensione che si ha quando, spente le oscillazioni, il cavo resta inserito unitamente alla resistenza. Ma questo non è che un periodo transitorio; una volta disinserita la resistenza, l'ampiezza della tensione passa dal valore:

$$\frac{E}{\sqrt{(1-\omega^2 C L)^2+\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}$$

all'altro (che corrisponde ad $R = \infty$):

$$\frac{E}{1-\omega^2 C L};$$

ed è questo il valore massimo che il cavo deve normalmente sopportare in esercizio.

È dunque a quest'ultimo valore che converrà riferire i risultati trovati fin qui, e, per far questo, basterà moltiplicarli per il rapporto delle due ampiezze suindicate e cioè per:

$$\frac{1-\omega^2 C L}{\sqrt{(1-\omega^2 C L)^2+\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} = \frac{1-\omega^2 C L}{\sqrt{(1-\omega^2 C L)^2+\frac{4\,\omega^2 C L}{K^2}}},$$

rapporto variabile da caso a caso a seconda della grandezza numerica di $\omega^2 C L$, però sempre minore dell'unità, valore che esso raggiunge per $K = \infty$.

In seguito a quest'osservazione, possiamo notare che, non solo quando la resistenza R è uguale o minore del valore limite ($K \leq 1$), la tensione risultante nella manovra di inserzione del cavo unitamente alla resistenza sarà in ogni istante minore dell'ampiezza della tensione di regime, ma che lo stesso avviene anche per quei valori della resistenza maggiori del valore limite, o, ciò che torna lo stesso, per quei valori di K superiori ad 1, pei quali sia soddisfatta la condizione:

$$\frac{1-\omega^2 C L}{\sqrt{(1-\omega^2 C L)^2+\frac{4\,\omega^2 C L}{K^2}}}\left(1+\varepsilon^{-\frac{\pi}{\sqrt{K^2-1}}}\right) < 1.$$

***

Passiamo ora a considerare la manovra colla quale, aprendo l'interruttore A, si disinserisce la resistenza R.

In impianti ad alta tensione, si adoperano sempre interruttori ad olio; qui poi un tale interruttore è specialmente indicato per la sua interessante proprietà, ormai generalmente nota, di staccare la corrente approssimatamente in un istante in cui essa passa pel valore zero, sicchè una tale interruzione, considerata unicamente per sè stessa, non può dar luogo a sovratensioni apprezzabili.

In via indiretta però potranno nascere sovratensioni, e precisamente per questa ragione:

Se l'interruzione avviene, come abbiamo ammesso più sopra, in un momento in cui la corrente nella resistenza (e quindi la tensione ai punti nodali del circuito, in fase con essa) passa pel valore zero, la tensione ai morsetti del condensatore dovrà variare da zero a quel valore che nello stesso istante le avrebbe impresso la f. e. m. agente nel circuito senza resistenza ausiliare. Questo valore momentaneo è dato dall'ampiezza $\frac{E}{1-\omega^2 CL}$ moltiplicata per il seno della differenza di fase, che passa fra la curva della tensione ai morsetti del condensatore a resistenza inserita e la curva analoga a resistenza disinserita; esso è dato cioè dall'espressione:

$$\frac{E}{1-\omega^2 CL} \operatorname{sen}\left(\operatorname{arc\,tg} \frac{\frac{\omega L}{R}}{1-\omega^2 CL}\right) = \frac{E}{1-\omega^2 CL} \frac{\frac{\omega L}{R}}{\sqrt{(1-\omega^2 CL)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}$$

Avviene dunque una carica del condensatore a tale tensione. Se, oltre all'ipotesi che lo smorzamento del circuito sia nullo, facciamo (come poco fa) anche quella che la frequenza di libera oscillazione del circuito sia molto maggiore della frequenza della macchina, questa manovra darà luogo ad una sovratensione di ampiezza uguale alla tensione di carica. In complesso la tensione risultante potrà riuscire al massimo uguale a:

$$\frac{E}{1-\omega^2 CL} \frac{2\frac{\omega L}{R}}{\sqrt{(1-\omega^2 CL)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} = \frac{E}{1-\omega^2 CL} \frac{4\omega\sqrt{CL}}{\sqrt{K^2(1-\omega^2 CL)^2 + 4\omega^2 CL}}$$

cioè all'ampiezza della tensione di regime moltiplicata per un opportuno fattore.

Questo fattore è uguale a 2 per $K = 0$, e, per un dato valore di $\omega^2 CL$, diminuisce coll'aumentare di K, avvicinandosi sempre più a zero. Esso è minore di 1, per $K = 1$, quando $\omega^2 CL$ non supera 0,07; per $K = 2$, quando $\omega^2 CL$ non supera 0,45; ora, essendo d'ordinario $\omega^2 CL$ dell' ordine di grandezza dei centesimi, noi vediamo che, nei casi normali, già per $K = 1$ anzi eventualmente anche per valori minori, di certo poi per valori di poco superiori, la manovra dell' interruttore A non darà luogo alla menoma sovratensione; sicchè anche per questa seconda manovra il valore più opportuno della resistenza è vicino a quello della resistenza limite trovata nel discutere la prima manovra.

Ma noi vogliamo qui, anche per potercene valere in considerazioni ulteriori, considerare inoltre il caso, in cui il distacco della resistenza abbia luogo in un momento diverso da quello in cui la corrente passa per lo zero, ponendo anzi in evidenza l'effetto delle condizioni più sfavorevoli.

Se il valore momentaneo della corrente interrotta è i, scompare nella macchina l' energia elettromagnetica $\frac{L\, i^2}{2}$, che si trasforma nel condensatore in energia elettrostatica, generando una sovratensione espressa, secondo la nota formula di Kennely, da:

$$i\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Nel caso più sfavorevole che i abbia il suo valore massimo:

$$\frac{P}{R} = \frac{E}{R\sqrt{(1-\omega^2 CL)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} = \frac{E}{\frac{K}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}\sqrt{(1-\omega^2 CL)^2 + \frac{4\,\omega^2 CL}{K^2}}}$$

la sovratensione risulta quindi uguale a:

$$\frac{E}{\sqrt{\frac{K^2}{4}(1-\omega^2 CL)^2 + \omega^2 CL}} = \frac{E}{1-\omega^2 CL}\;\frac{1-\omega^2 CL}{\sqrt{\frac{K^2}{4}(1-\omega^2 CL)^2 + \omega^2 CL}},$$

cioè all'ampiezza della tensione di regime, moltiplicata per un opportuno fattore, che diminuisce col crescere di K. Quando $\omega^2 CL$ è sufficientemente piccolo rispetto a $\frac{K^2}{4}(1-\omega^2 CL)^2$, il che nei casi normali avverrà solitamente già per $K = 1$ e certamente per $K = 2$, la sovratensione potrà venire espressa approssimatamente da:

$$\frac{E}{1-\omega^2 CL}\;\frac{2}{K}$$

e quindi la tensione risultante da:

$$\frac{E}{1-\omega^2 CL}\left(1+\frac{2}{K}\right)$$

Se ad esempio si volesse che, anche pel distacco del valore massimo della corrente, la sovratensione non abbia a superare il 50 %, converrebbe fare $K = 4$, valore a cui nella prima manovra corrisponde una sovratensione massima di circa 40 %.

Consideriamo infine il distacco della resistenza in un istante qualunque sotto il punto di vista della variazione che esso apporta nella tensione ai morsetti del condensatore, e questo, per non complicare troppo la questione, indipendentemente dal primo aspetto, sotto cui l'abbiamo or ora considerata, della trasformazione dell'energia elettromagnetica.

Se il distacco ha luogo in modo istantaneo, la tensione dovrà passare dal valore:

$$p' = \frac{E}{\sqrt{(1-\omega^2 CL)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} \operatorname{sen}\left(\omega t - \operatorname{arc\,tg}\frac{\frac{\omega L}{R}}{1-\omega^2 CL}\right)$$

corrispondente ad un certo tempo t, all'altro che corrisponde allo stesso tempo t e ad $R = \infty$:

$$p'' = \frac{E}{1-\omega^2 CL} \operatorname{sen} \omega t$$

Avviene quindi una nuova carica del condensatore C con una tensione $p'' - p'$; epperò, nelle ipotesi che abbiamo già fatte più volte, questa manovra darà luogo ad una sovratensione, al di là del valore finale p'', di ampiezza uguale appunto alla tensione di carica $p'' - p'$. In complesso la tensione risultante potrà dunque riuscire uguale a $p'' + (p'' - p')$, cioè uguale a:

$$\frac{2E}{1-\omega^2 CL} \operatorname{sen} \omega t - \frac{E}{\sqrt{(1-\omega^2 CL)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} \operatorname{sen}\left(\omega t - \operatorname{arc\,tg}\frac{\frac{\omega L}{R}}{1-\omega^2 CL}\right)$$

Quest'espressione è naturalmente funzione non soltanto di R e delle altre costanti del circuito, ma anche dell'istante t in cui si compie la manovra. Per un certo valore di t essa avrà un valore massimo, che a noi maggiormente interessa di conoscere; questo ci è dato senz'altro dall'ampiezza dell'unica sinusoide, equivalente alla differenza delle due sinusoidi che

compaiono nell'espressione di $2p'' - p'$. Applicando il teorema del coseno e fatti i dovuti passaggi, quest'ampiezza risulta uguale a:

$$\sqrt{\frac{4E^2}{(1-\omega^2 CL)^2} - \frac{3E^2}{(1-\omega^2 CL)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} =$$

$$= \frac{E}{1-\omega^2 CL}\sqrt{1 + \frac{3\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}{(1-\omega^2 CL)^2 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}$$

oppure (introducendo al solito il parametro K) uguale a:

$$\frac{E}{1-\omega^2 CL}\sqrt{1 + \frac{12\,\omega^2 CL}{K^2(1-\omega^2 CL)^2 + 4\,\omega^2 CL}}$$

E cioè la tensione risultante è al massimo uguale all'ampiezza della tensione di regime moltiplicata per un opportuno fattore, uguale a 2 per $K = 0$, decrescente coll'aumentare di K ed uguale ad 1 per $K = \infty$. Pei valori normali di $\omega^2 CL$, che sono piccoli rispetto ad 1, questo valore supera l'unità, di solito già per $K = 1$ e a maggior ragione per $K = 2$, soltanto di pochi per cento.

Sicchè, concludendo, vediamo che, mentre per la prima manovra era opportuno che la resistenza ausiliare fosse minore del valore limite trovato, i risultati relativi alla seconda manovra ci consigliano invece di scegliere valori un po' superiori a questo limite, sopratutto per tener conto della possibilità che il distacco della resistenza non abbia luogo proprio in un istante in cui la corrente passa per lo zero. Ciò porterà a tollerare nella prima manovra qualche leggiera sovratensione, che però, dato il forte smorzamento, sarà in generale sensibile solo per la prima oscillazione.

Esaminiamo ora a quali condizioni debba ubbidire la resistenza di smorzamento di uno scaricatore inserito a monte del cavo, per vedere se essa possa opportunamente servire anche come resistenza di avviamento.

Poichè un cavo è sottratto alle influenze atmosferiche, un tale scaricatore serve soltanto a limitare le sovratensioni interne, quelle cioè che sono dovute a fenomeni dipendenti da variazioni nelle condizioni dell'impianto stesso; fra queste, le più pericolose derivano da corti circuiti e dal conseguente scattare degli automatici.

Se scatta l'interruttore a valle del cavo, resterà il circuito formato dalla macchina e dal cavo. Nel momento dell'interruzione l'energia magnetica contenuta nell'autoinduzione del circuito si tramuta in energia elettrica, caricando il cavo; finita la carica, questa energia (diminuita di quanto vien consumato nella resistenza del circuito, essendo in questa incluse opportunamente anche le perdite per isteresi e correnti parassite) ridefluisce nell'autoinduzione e così via. Ma se la tensione generata da queste oscillazioni, unitamente alla tensione della macchina, è tale da far funzionare lo scaricatore, si inserisce automaticamente, in parallelo alla macchina e al cavo, la resistenza di smorzamento; ed in allora (quando si trascuri la resistenza propria del circuito) la frequenza di libera oscillazione del sistema diventa, per quanto abbiamo visto più sopra,

$$n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{4C^2R^2}}$$

e lo smorzamento:

$$\alpha = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{4CR^2}{L} - 1}}$$

Per $R = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$ la frequenza assume il valore zero e lo smorzamento il valore infinito; per resistenzo inferiori entrambe queste grandezze diventano immaginarie. Ciò significa che quando la resistenza R non supera il limite accennato, essa riesce a spegnere, o, mi si passi la parola, a inghiottire le oscillazioni; la scarica non può essere allora che asintotica.

Se, oltre all'interruttore a valle, scattasse anche l'interruttore a monte del cavo, resterebbe solo il circuito formato dalla capacità C, dall'autoinduzione del cavo (precedentemente trascurata) che chiameremo Λ, e (una volta che lo scaricatore sia adescato) dalla resistenza R. La frequenza di libera oscillazione per un tale circuito è:

$$n' = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{C\Lambda} - \frac{R^2}{4\Lambda^2}}$$

e lo smorzamento:

$$\alpha' = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{4\Lambda}{CR^2} - 1}}$$

Se quindi $R \geqq 2\sqrt{\frac{\Lambda}{C}}$, la carica del condensatore avverrà in modo asintotico, senza formazione di oscillazioni. Quest'ultima disuguaglianza è sempre soddisfatta, quando si scelga per R il valore precedentemente trovato:

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}},$$

perchè, dati i valori numerici normali dell'autoinduzione L del generatore e dell'autoinduzione Λ del cavo, si può ritenere che sia sempre:

$$L > 8\,\Lambda .$$

È inutile, praticamente, considerare il caso in cui scatti l'interruttore a monte e non quello a valle, perchè, essendo questi automatici *a tempo*, l'interruttore a valle è regolato in modo da essere sempre più sensibile di quello a monte.

Può darsi invece che in seguito a brusche variazioni nel carico, anche senza che scattino gli automatici, nascano oscillazioni di tale tensione da far funzionare lo scaricatore considerato. In questo caso rimane in circuito anche l'autoinduzione dei trasformatori, motori ecc. inseriti a valle del cavo, ed allora una resistenza determinata secondo la condizione $R \gtrless \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$, essendo L l'autoinduzione della sola macchina, sarà a maggior ragione in grado di spegnere le oscillazioni; inoltre il carico non induttivo eventualmente in circuito agisce in modo analogo alla resistenza R, introducendo uno smorzamento addizionale. Sicchè la scelta di una resistenza maggiore del valore limite, opportuna per diminuire l'importanza dei fenomenti che accompagnano la rottura dell'arco, risulta qui per lo meno lecita anche riguardo all'efficacia di smorzare le oscillazioni preesistenti; v'ha di più, una tale scelta è consigliata anche dalla considerazione, cha lo scaricatore non abbia a turbare troppo il funzionamento degli apparecchi ricevitori, provocando una eccessiva variazione di tensione.

Un'ultima considerazione, che riguarda la costruzione pratica di questa resistenza. In generale, dati i valori numerici di L e di C, il valore $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$ risulta relativamente piccolo; se la tensione è alta, la resistenza verrebbe allora attraversata da una corrente rilevante, e questo eventualmente per qualche minuto, quando persista la causa che fa funzionare lo scaricatore. Una resistenza appropriata per tali condizioni riesce voluminosa e costosa, volume e prezzo diminuiscono quando si dia alla resistenza un valore maggiore.

Come risultato di questa lunga discussione, noi vediamo che una stessa resistenza può servire bene tanto come resistenza di avviamento del cavo quanto come resistenza di smorzamento dello scaricatore; che però converrà, sopratutto in vista del secondo ufficio, sceglierla di parecchio maggiore del valore $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$. Le considerazioni ed i calcoli precedentemente

svolti permetteranno in ogni singolo caso di valutare facilmente il pro e il contro e di fare una scelta appropriata; ma in via generale crediamo di poter asserire senz'altro che il valore della resistenza sarà convenientemente compreso fra $\sqrt{\frac{L}{C}}$ e $2\sqrt{\frac{L}{C}}$ (K compreso fra 2 e 4). Con ciò le oscillazioni non saranno evitate del tutto, ma rimarranno entro limiti assai ristretti.

Per quanto in una determinazione di simile natura si abbia sempre un largo margine, non converrà adoperare delle resistenze, il cui valore, come in quelle ad acqua, possa variare facilmente e di molto. Le resistenze più appropriate sono le metalliche; una buona costruzione è quella dei nastri *Schniewindt,* intessuti longitudinalmente con treccia di asbesto e trasversalmente con filo metallico ad alta resistenza specifica: il filo metallico resta così disposto in elementi paralleli, a zig zag, a piccola distanza l'uno dall'altro, in modo da ridurne l'autoinduzione a un minimo. Questi nastri si dispongono opportunamente in fondo a cassoni ripieni d'olio, che ha il doppio ufficio di isolare la resistenza e di aumentarne grandemente la capacità termica.

Per raggiungere la massima sicurezza e nello stesso tempo la massima

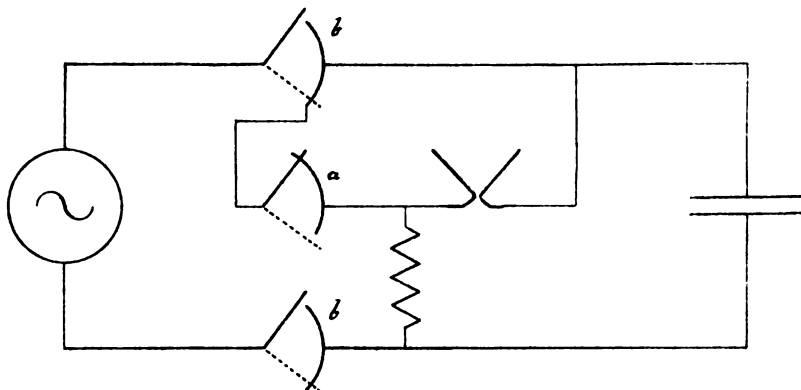



Fig. 3.

prontezza nella manovra di avviamento, l'interruttore A (che serve a inserire o disinserire la resistenza, vedi Fig. 1) verrà opportunamente accoppiato rigidamente coll'interruttore principale B, formando eventualmente un interruttore unico. La Fig. 3 illustra schematicamente questa disposizione e indica nello stesso tempo le connessioni pel caso che la resistenza ausiliare debba servire anche come resistenza di smorzamento dello scaricatore.

Affinchè questa figura riesca più chiara, abbiamo indicato con *a* i contatti di questo interruttore composto corrispondenti all'interruttore A, e con *b* i contatti corrispondenti all'interruttore B della fig. 1.

Dallo schema si vede come nell'avviamento del cavo i coltelli *a* debbano far contatto prima dei coltelli *b* (introducendo la resistenza in circuito) e staccarsi prima che i coltelli *b* abbiano raggiunto la loro posizione finale, nella quale lo scaricatore, che è in parallelo ai coltelli *a*, resta inserito in serie alla resistenza. Pol nostro scopo basta che la resistenza di avviamento rimanga in circuito un tempo assai breve, ad ogni modo questo intervallo può venire regolato variando la posizione relativa dei contatti *a* e *b*.

Quando invece si voglia disinserire il cavo, i coltelli *a* faranno contatto, inserendo la resistenza, quando l'interruttore *b* è ancora chiuso e si staccheranno solo dopo che l'interruttore *b* sarà aperto.

RICERCHE INTORNO AL CHIOSTRO E AI CAPITELLI
DI VOLTORRE PRESSO GAVIRATE.

In pochi monumenti di antica data, e neppure nel chiostro di Piona della metà del secolo XIII (1252-1257), si ha una così ricca e variata collezione di capitelli scolpiti, quale è quella che abbiamo sott' occhi nel chiostro cluniacense di Voltorre, presso Gavirate, poco lontano dalla sponda del lago di Varese.

Sulle vicende di questo ricetto monastico scrissero ultimamente egregi studiosi di Varese, e le riassunse con chiarezza ed amore il Sig. Gino Ghiringhelli in apposita Monografia, con copiose illustrazioni, pubblicata nel 1902 e tolta dal N. 3-1904 della Prealpina illustrata di quella città.

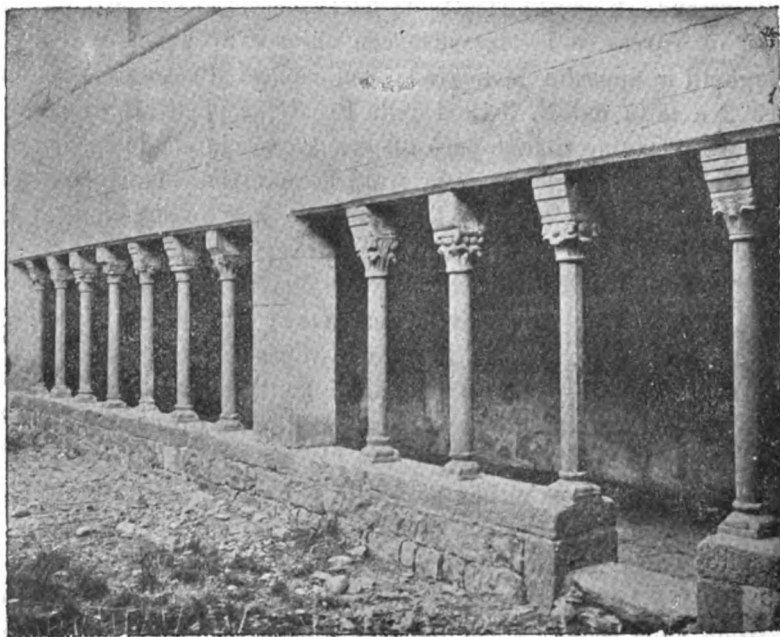
La data d'origine rimane però tuttora sconosciuta affatto, quantunque sulla natura sua un giorno di priorato benedettino cluniacense, più non si discuta dopochè fu scovato il documento per la cessione ai Lateranensi da parte degli eredi di Alessandro Sforza di quel chiesastico edificio che dai benedettini di San Simpliciano di Milano, passato in commenda nel 1449, per intrigo simoniaco, al giovane abate di San Simpliciano Alimento Negri, fu da questi rinunciato per sottomissione al pontefice il quale, venuti a mancare i diritti fidecomissarii su Voltorre della famiglia Orrigoni, ne dava nel 1488 il possesso commendatizio allo Sforza testè citato.

Colla morte di quest'ultimo poi i suoi successori affidavano il Priorato di Voltorre, con approvazione di Leone X nel 1519, ai Canonici Lateranensi di Santa Maria della Passione in Milano, e divenuto esso Badìa nel 1566, tale rimase fino all' epoca delle soppressioni napoleoniche.

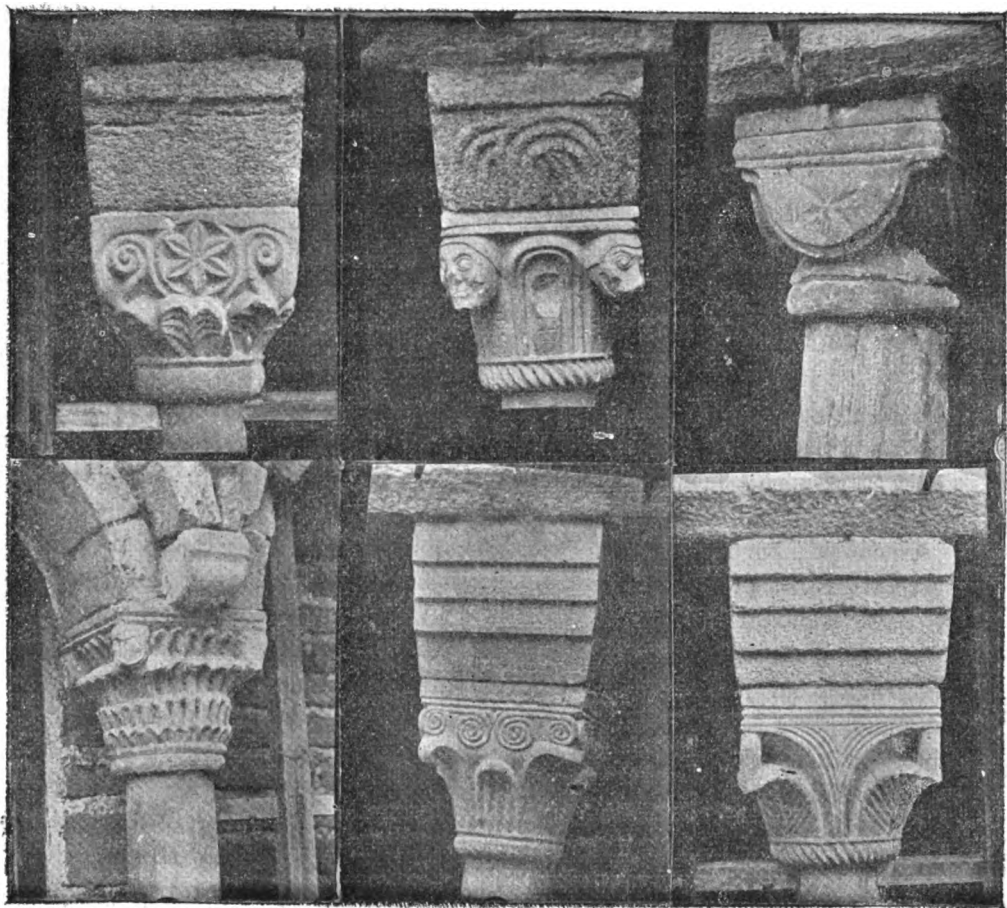
Il titolo della chiesa e del chiostro che è quello di S. Michele, analogo all' altro consimile della chiesa di Ganna nella valle omonima, la quale dipendeva nei secoli dall' XI al XVI dai Benedettini di San Benigno di Fruttuaria, ispirati essi pure alle dottrine cluniacensi, e più la circostanza che negli atti dei Lateranensi della Passione v' è un documento allusivo ad un livello che ancor pagavasi da essi ai Monaci di Fruttuaria, lasciarono agio a ritenere che a quell' insigne basilica piemontese pertinesse pure un giorno anche San Michele di Voltorre.

Ciò potrà essere meglio comprovato, più che dalle vaghe indicazioni di un diploma dell'Imperatore Enrico II allusivo ai possessi di Fruttuaria *in fines Lombardiæ,* pervenuti a quel chiostro in seguito alle incursioni ivi di re Arduino, dall'elenco, che sta per essere reso di pubblica ragione dal Durando, dei possedimenti tutti dell'insigne Badia di San Benigno; ma, lasciando per ora da parte siffatte indagini generali, fermeremo senz'altro l'attenzione nostra sul chiostro anzidetto di Voltorre, ed anzi più particolarmente sui capitelli di detto edificio, che un solerte fotografo, il Fidanza, di Varese, ha testè riprodotti colla valentìa che gli è propria.

Sono intanto ben cinquanta tali capitelli, variati tutti l'uno dall'altro, e condotti a fine tutti quanti con perizia e buona regola d'arte, cosicchè non è troppa presunzione il soffermare l'attenzione su di essi esclusi-

vamente, per trarre qualche deduzione sulla scuola artistica cui appartengono e la data loro d'origine benchè solo di alcuni di essi si possa quì dare il disegno.

Dei sei capitelli di cui pubblichiamo le belle e recenti riproduzioni fotografiche del Fidanza, il N. 1 e il N. 2 riscontransi nel lato settentrionale del chiostro, e il secondo di essi appare il più importante di tutti per l'iscrizione che vi si legge del Magister Dom Ergatii, in

cui anche dalla fotografia rilevansi la forma gotica della *m* di *dominus* e il *g* di Ergatii.

L'egual stella a sei raggi del primo di tali capitelli, vedesi pure riprodotta su più modesto capitello a cubo N. 3 del lato meridionale del claustrino, condotto a fine con minor finezza e ricchezza di decorazione, mancandovi quella specie di dado a modanature longitudinali degli altri capitelli del lato settentrionale ed orientale e quel rialzo

oltre il capitello anche nelle colonne ad archetti in risega dal lato occidentale, costrutto esso pure posteriormente a quei due primi lati, come puossi vedere dal capitello N. 4.

Del tipo apparentemente più arcaico del chiostro sono pure i capitelli N. 5 e N. 6, il primo dei quali con volute elementari a semplici linee

in rilievo; e il secondo a fogliami striati con solcature a guisa di spine di pesce, quali vedonsi nei capitelli angolari del priorato di San Benedetto di Portesana.

Uno di quei capitelli porta anzi, come si disse, l'indicazione in caratteri volgenti leggermente al gotico, dell'artista che lo eseguiva ed è il nono capitello del lato settentrionale del chiostro, lungo il quale doveva sorgere originariamente la chiesa a norma delle regole cluniacensi, forse appena incominciata e poi abbandonata come parrebbe rilevarsi dalla grande arcata a pieno centro che vedesi tuttora di fianco al corridoio che dalla chiesa attuale conduce al lato del chiostro testè citato.

L'iscrizione, nota agli studiosi da tempo, è la seguente, colle interruzioni di parole che vedonsi nel testo.

+ LAN FRĀC' MAGI STER
FILI' DOMER GATII DELI
VVR NO ∴

e il Ghiringhelli, riproducendola, si domanda se quell'umile scultore ed artista, figlio di Ergazio da Livorno, non potrebbe essere alle volte quel Lanfranco maestro, doctus et aptus, che nel 1099 incominciava la fabbrica del duomo di Modena.

Senonchè, l'ornamentazione scultoria dei capitelli della Cattedrale di Modena nulla ha di affine con quelli di stile singolare affatto di Piona e tanto meno di Voltorre; questi ultimi in ispecial modo, con fogliami piatti e caulicoli bizzarramente intrecciati fra nastri e modanature che non hanno un vero e proprio carattere architettonico, sono ben lontani dalla robusta semplicità del pristino stile lombardo manifestatosi a Modena non solo ma in tutti in genere gli edifici chiesastici sorti nel secolo XII.°

Il nome di Lanfrancus è d'altronde comune assai nel medio evo, nè si saprebbe giustificare l'identificazione dell'umile artista di Voltorre col più celebre suo omonimo del Duomo di Modena, iniziato nel 1099 e il cui altare maggiore già era consacrato nel 1106 a San Gemignano dal pontefice Pasquale II.°

Ed è ben vero che artisti lombardi e campionesi continuarono a prestar l'opera loro a quel monumento fino a tutto il secolo XIII dopo che nel 1159 Federico Barbarossa celebrava ivi la festa di Pasqua, ma, se non col Lanfranco testè citato neppure coi suoi successori in arte hanno attinenza nello stile loro i capitelli del chiostro di Voltorre,

per non parlare che solo di essi, chè del resto la sola struttura di quei tre lati di portico architravati anzichè con arcatelle superiori esce affatto dalle tradizioni e consuetudini dell'arte lombarda svoltasi in Italia nel XII e XIII secolo.

Se nel lato meridionale del chiostro di Voltorre vi è qualche indizio di capitelli cubiformi, le stesse dimensioni loro, la leggiadria fin soverchia e che si direbbe volga al lezioso e l'assenza totale di quei rozzi animali fantastici e di quei mostri che costituirono il linguaggio primitivo dell'arte fin oltre la metà del secolo XII dopo la venuta in Lombardia di San Bernardo, tolgono a questi capitelli di Voltorre ogni analogia colle prette opere campionesi, e, come a Piona, lasciano dubitare sia intervenuta per essi l'opera di qualche ispirazione estranea alle tendenze locali, tanto più trattandosi ivi pure di edificio eretto da congregazione monastica ispirata alle dottrine di Cluny.

L'indicazione dal nome dell'artista esecutore Lanfrancus di Livorno, su altro dei capitelli di Voltorre nulla toglie a questa presunzione che il disegno generale del chiostro e la bizzarra ornamentazione sua siano stati dati da un detto monaco o da artista venuto d'altrove, non sapendosi localmente rinvenire un'ispirazione qualsiasi a quel portico architravato e a quella esuberanza di decorazione che non troverebbe adeguati esempii che nei celebri chiostri di Francia e di Borgogna e più particolarmente a San Trofimo d'Arles e nei capitelli di San Lorenzo di Grénoble.

E se molto si è discusso al riguardo con criterii affini anche pel chiostro di Piona, sulla cui architettura lo stesso Melani, come già il De Dartein dapprima, scorse un chiaro riflesso dell'arte d'oltralpe e una fioritura dovuta, a dir suo, ai primi influssi manifestantisi dell'arte gotica venutaci di Francia, val la pèna che altrettanto si faccia anche per Voltorre, il cui chiostro sotto certi riguardi vince in vaghezza e ricchezza decorativa quello stesso di Piona.

E, poichè abbiamo limitato questo preliminare studio ai capitelli in particolare modo di Voltorre, ci sia permesso quì notare, per l'importanza che può avere nel giudizio a farsi sulla data e sullo stile del monumento, che punti affini di contatto si hanno in qualche raffigurazione scultoria fra di essi e i capitelli di Piona.

Una particolarità decorativa, che figura non solo a Voltorre, ma anche a Piona ed a San Benedetto di Portesana, ed è data dallo Springer come propria altresì della celebre Badia benedettina di Santa Maria di Laach, si è quella stella a sei raggi di cui discorre Michel André nella sua recente storia dell'Arte (vol. I pag. 397).

Vedesi riprodotta chiaramente nel chiostro di Voltorre sul terzo

capitello del lato settentrionale, venendo dalla chiesa, e scorgesi pure sull'ottavo capitello dal lato orientale, e sul primo del fianco meridionale, ove decora una delle facce del capitello a cubo.

Il Michel dice quel rudimentale e simbolico ornamento tolto dagli Ebrei e dai Siri all'arte degli Assiri e dei Persiani; ma, senza risalire a sì remote origini, ciò che va notato sotto il rispetto archeologico si è che quella stella appariva in Francia sugli oggetti merovingi, e se ne hanno esempii nel Reliquario di San Benedetto sulla Loira, ora nel Museo di Poitier, su sculture diverse messe in luce dal Marignan di San Giovanni di Poitiers e infine sulla pietra tombale di Boezio, Vescovo di Carpentras.

Fra di noi, è per l'appunto in chiese benedettine ed anzi più propriamente cluniacensi, che appare quella caratteristica ornamentazione, tantochè non si può esimersi dal considerarla come propria per elezione di quella chiesastica congregazione tanto più dopo la cessazione fra di noi d'ogni tradizione romana verso il mille, quando pur si ammetta che ad essa si colleghi quella rosa a sei foglie visibile in alcuni sarcofaghi romani.

Altra particolarità comune ai due chiostri è quella delle testine a tutto rilievo e di tipo arcaico affatto che fanno apparizione qua e là nei capitelli, e così pure quella di un sopra ornato del capitello, rispondente allo scopo di sopraelevare le aperture del portico terminante ad architravi, al quale ufficio risponde nel chiostro di Piona il masso romboidale con testine ed aquilette su cui s'innestano le due arcate poggianti sulla colonnetta di sostegno.

Mancano, come s'è detto, a Voltorre, aquilette ed animali e l'ornamentazione straricca dei capitelti ricorda sulle generali l'esuberanza decorativa dello stile gotico, senza nulla risentire dell'arte locale del secolo XII e del principio del XIII.

Tutto ciò fa nascere il pensiero che, ben lungi dal trovarsi dinanzi nel chiostro di Voltorre ad un chiostro di antichissima data, che si volle anche anteriore al mille, riveli quella sovrabbondante decorazione dei capitelli un'epoca assai più a noi vicina, e ad un dipresso anzi la seconda metà del secolo XIII.

In un elenco dei monumenti medioevali e moderni che, pur non essendo dichiarati nazionali, meritano di esserlo dal lato artistico ed archeologico, compilato giusta il tenore della Circolare Ministeriale del 17 Febbraio 1881 N. 621, è detto intanto quanto segue a proposito del Chiostro di Voltorre.

« Di proprietà della nobile famiglia Bernago, fu eretto nel 1286 con portici variati a colonne e capitelli eleganti, e conservasi ancora intero, ma negletto e malamente riparato. »

Di dove sia stata tolta questa data di erezione del chiostro di Voltorre, che contrasta affatto colla generale opinione fin quì manifestata che sia quell'edificio dell'XI secolo almeno se non anteriore al mille, non saprebbe dirsi, ma certamente, quando si consideri che è della metà del XIII secolo e di data sicura, il chiostrino di Piona che ha pure apparenza sì vetusta e fu in passato considerato come opera longobarda, o quanto meno dell'ottocento d. C. come la basilisca ambrosiana, la meraviglia che si prova all'indicazione di quella data, a primo aspetto sì tardiva della seconda metà del XIII secolo, viene per sè ad attenuarsi di molto.

Il rapporto fra i due chiostri, per quanto sia quello di Voltorre ad architravi su tre lati, e solo sul quarto ad archetti con modanature in risega, non è tale da indurre una grande differenza fra di essi nella rispettiva data di edificazione. Non abbiamo a Voltorre la costruzione superiore a fasce bianche e nere nè vi ravvisiamo le bifore di Piona; ma le pareti del chiostro al disopra dei portici sono eseguite a conci regolari di pietrame, come vediamo a Piona presso la porta d'accesso del chiostro e nell'abside della chiesa, ed era d'uso in genere fra di noi negli edifizi innalzati dai cluniacensi, di cui la chiesa di Fontanella al monte può tenersi come l'esemplare più cospicuo.

Le dimensioni dei due chiostri nei varii lati sono di poco dissimili, e se i capitelli di Voltorre presentano forse maggior varietà di disegno e qualche leziosaggine d'esecuzione, quelli di Piona colle aquilette e raffigurazioni diverse parrebbero quasi vantare una data di gran lunga anteriore, per l'irregolarità stessa della costruzione e la varietà dei basamenti nelle colonnine del chiostro, che sono invece uniformi in quello di Voltorre.

Già poi si è notato che nella iscrizione riferentesi al magister Lanfrancus, vi sono lettere già volgenti al gotico, colle abbreviazioni ed apostrofe delle finali in uso e va quì osservato che in caratteri decisamente gotici, e così del secolo XIII è l'altra iscrizione antica che ci rimane di Voltorre, sulla campana di 45 cent. d'altezza per 35 cent. di diametro rimasta al sommo della torre che guarda verso il lago. Tale iscrizione appar fusa nel bronzo in lettere gotiche majuscole, ed è così espressa: BLASINVS MAGISTER STEMALIUS DE LVGANO. E abbiamo anche per essa un fonditore che si firma colla dizione stessa di magister datasi dal Lanfrancus di Ligurno o più esattamente di Livurno o Livorno, che potrebbe anche essere la località omonima del Vercellese, non molto discosta da Fruttuaria.

Ciò indurrebbe a ritenere che la torre stessa campanaria, per quanto di ossatura massiccia e rude, con grosse pietre levigate agli angoli e

specie di feritoje superiori, non sia già, come vorrebbesi, costruzione anteriore al mille, ma al più dello stesso secolo XIII, e così precedente di poco l'apposizione della campana, a cui il Beltrami stesso assegnò la data di quel secolo e non oltre.

La chiesa medesima, colla fronte volta verso il lago, su cui sta la dedica A San Michele *angelorum principi*, è costruzione che, benchè svisata oggidì totalmente da posteriori superfetazioni e deplorevoli stucchi e pitture, non risale per le forme sue ed anche pei materiali di cui è costituita, oltre il secolo XIII e ciò lascia luogo ad arguire che la pristina chiesetta conventuale fu forse iniziata sul lato sinistro del chiostro, ove vedonsi ancor oggi le traccie del grande arco a pieno centro, e ricostrutta poi colla annessa torre campanaria nel XIII secolo, allorchè si fece luogo all'edificazione dell'elegante e gajo chiostro cluniacense che ancor oggi ammiriamo.

E notisi che fra di noi i chiostri dei benedettini cluniacensi sorsero tutti ad un dipresso verso la metà del XIII secolo, come sappiamo in modo sicuro per San Benedetto di Polirone e per Piona; anche nel Priorato cluniacense di San Majolo di Pavia, istituito colà fino dal 999, un proprio e vero chiostrino colle norme architettoniche del tempo, non vi fu eretto che negli anni dal 1226 al 1258, e andò poi distrutto senza che ne rimanesse memoria alcuna.

Non deve pertanto recar meraviglia che altrettanto sia avvenuto sotto il rispetto costruttivo pel chiostro di Voltorre, pur ammesso che i benedettini cluniacensi, provenienti da altra sede, vi abbiano avuto ricetto anche anteriormente in più umili locali, noto essendo come scarso in genere era il numero dei monaci in siffatte istituzioni chiesastiche aventi di mira più che altro l'ospitalità dei pellegrini, l'elemosina e la coltivazione dei beni loro affidati dai fedeli.

L'attual chiesa e chiostro di S. Michele di Voltorre, lungi dall'essere colla vicina torre campanaria un monumento d'età arcaica, risalirebbe così ad epoca assai più a noi vicina e sarebbe costruzione di pochi anni posteriore al celebre chiostro di Piona, cui si diè inizio dai monaci sull'area stessa da essi precedentemente occupata con più umili fabbricati, avendosi ragione di ritenere che la pristina chiesuola non sorgesse nemmeno sull'area dell'attuale.

Tutto ciò, è bensì vero, non si dedurrebbe ora che da raffronti artistici con altri chiostri cluniacensi e da osservazioni tratte dallo stile in ispecial modo dei capitelli, di cui solo ora si potè avere una grafica riproduzione, e tali elementi sono, a dir vero, insufficienti per un giudizio definitivo, inquantochè sull'origine primordiale di questa casa monastica, di tanto interesse sotto il rispetto artistico, tacciono affatto le

notizie storiche, e pur sapendosi che fu Voltorre un priorato cluniacense prima che pervenisse in possesso dei conventuali lateranensi di Santa Maria della Passione, niun dato positivo si ha intorno ad esso ed è finora indiziaria solamente la dipendenza sua in passato, unitamente a San Michele di Ganna, dalla possente Badia di San Benigno di Fruttuaria.

Quest'ultima distrutta più volte, all'infuori del campanile, non può offrire ad ogni modo validi caposaldi di raffronto, ma non riusciranno discare anche queste preliminari osservazioni archeologiche su un edificio di sì misteriosa apparizione fra di noi, e cui il tempo fornirà maggiori dilucidazioni se giuste ed esatte nelle loro linee generali, o che potranno valere altrimenti ad attivare su Voltorre nuovi e più proficui studii da parte degli intelligenti indagatori dell'arte del passato.

DIEGO SANT' AMBROGIO.

PROGETTO
PER L'IMPIANTO ELETTRICO COMUNALE DI ROMA.

Criteri generali.

Il progetto approvato dal Consiglio Comunale in data 29 maggio e 11 giugno 1907 stabiliva i dati seguenti: officina generatrice a vapore, con 3 macchine da 1000 kw; illuminazione pubblica per un totale di 370 kw; distribuzione di 1 340 000 kw-h per illuminazione privata e di locali municipali; id. di 1 200 000 kw-h per forza motrice privata e municipale; vendita da farsi a lire 0, 35 il kw-h per luce e lire 0, 15 il kw-h per forza motrice. Come secondo stadio era prevista l'aggiunta di altre due macchine di 2000 kw ciascuna. In terzo stadio, con l'aggiunta ulteriore di altre 6 macchine da 3000 kw. la centrale a vapore avrebbe raggiunta la potenza di 25 000 kw installati ed era inoltre prevista una duplice trasmissione idroelettrica dall' Aniene e dalla Nera per una complessiva potenza di altri 10 000 kw.

In considerazione delle circostanze create dal tempo trascorso, dai nuovi consumi previsti, dal più esteso programma propostoci, e dalla concessione delle forze idrauliche ottenuta con la legge per Roma, si richieggono modifiche nel senso di aumentare la potenza di tutte le unità generatrici a vapore, portando a 2500 kw le piccole e a 5000 kw le grandi, completare sin da principio l'impianto con la trasmissione idroelettrica, e anticipare il secondo stadio in modo da fondare su di esso, sotto il nome di impianto completo, tutte le essenziali previsioni; il primo stadio resta solo come una fase intermedia, e puramente transitoria, di esecuzione.

Il progetto che quì esponiamo è quello di secondo stadio così modificato. Esso comprende una centrale a vapore con 10 000 kw installati, ripartiti in quattro unità, e un impianto idroelettrico utilizzante le forze idrauliche concesse dal Governo sull'Aniene, con una potenza totale di macchinario installato pari a circa 6500 kw

in arrivo a Roma. Diffalco fatto dalle due riserve, idraulica e a vapore, la potenza massima complessiva di funzionamento è di 12 500 kw. Questa potenza è sufficiente per un programma di distribuzione, comprendente: illuminazione elettrica pubblica con sistemi moderni intensivi, per tutte le strade ora illuminate a luce elettrica e per quelle illuminate a petrolio, e per una grande parte di quelle illuminate a gas; alimentazione di una rete di distribuzione estesa a tutta la città, per vendere a tariffa lire 0, 30 fino a lire 0, 10 il kw-h, con un ammontare complessivo di 400 000 lampade installate presso gli utenti, più una corrispondente vendita di forza motrice per piccole industrie e consumi domestici; alimentazione di forze motrici per medie e grandi industrie fino a un totale di 3200 hp; alimentazione della progettata rete tramviaria municipale, nel suo secondo stadio di sviluppo.

Questo impianto è concepito come parte organica di un terzo stadio futuro, in cui la centrale a vapore raggiungerà 30 000 kw installati, e la trasmissione dell'Aniene sarà supplementata da un'altra, di pari potenza, dalla Nera: in tutto un massimo di 40 a 45 mila kw installati, sufficienti per quando Roma avrà raggiunto un milione di abitanti. Preventivi relativi a questo studio non sono esposti, ma nei disegni è dato il progetto della corrispondente centrale elettrica, di cui quella attuale è uno stralcio.

La ripartizione del carico fra la centrale a vapore e quella idroelettrica, è fatta in guisa che la seconda provvede a tutto il carico permanente, e la seconda entri in funzione per tutti i maggiori consumi, intensi e di breve durata che si sovrappongono la sera. Del diagramma di energia, la prima prenderebbe dunque la richiesta media, la seconda le punte. Il massimo numero di kilowatt da fornire, date le condizioni del consumo di Roma, viene quindi a gravare per circa $^3/_5$ sulla centrale a vapore e per circa $^2/_5$ sulla trasmissione; il totale numero di kilowattora annui si ripartisce invece in $^3/_4$ sulla trasmissione e $^1/_4$ sulla centrale a vapore.

Questi rapporti sono quelli che conducono alla utilizzazione rispettiva più vantaggiosa dei due impianti. Sarebbe erroneo ripartire i carichi o le potenze in altra misura, o rinunciare alla centrale a vapore, o tenerla solo come riserva; da un facile calcolo che si può fare sui dati stessi dei nostri preventivi risulta invero che la produzione a vapore è la più conveniente per tutti i consumi che non eccedono circa 4 ore per sera, ovvero 1500 ore all'anno; quella idroelettrica, per i consumi di durata maggiore. Questo dato porta di conseguenza la ripartizione di carichi stabilita in progetto.

Siffatte essendo le linee generali, diamo sommariamente nelle pagine che seguono la descrizione delle parti essenziali del proposto impianto, e i criteri a cui s'informa il progetto. I particolari tecnici ulteriori si troveranno nei preventivi d'impianto e d'esercizio e nei disegni, che si esibiscono in originali.

Opere idrauliche.

Dal fiume Aniene, in territorio di Cineto Romano, si deriva un massimo di 15 metri cubi d'acqua, i quali con canale derivatore lungo circa 14 km, comprese le opere d'arte, si trasportano in territorio di Castelmadama dove si utilizza un salto di 60, 59 metri. La potenza nominale calcolata sulla portata di 13 mc. d'acqua, risulta di 10 400 hp. Si fa conto che in magra la portata del fiume possa discendere maggiormente, ma i periodi di magra non corrispondono coi periodi di massimo carico della centrale. Conviene in piena poter utilizzare eventualmente 15 mc., e con questo criterio sono calcolate le opere idrauliche, ma non su questa si fa assegnamento bensì sui 13 mc da ricavare in inverno, nelle giornate di massimo carico.

Le opere di derivazione si svolgono sulla sinistra dell'Aniene attraversando successivamente i territori di Cineto, Mandela, Vicovaro e Castelmadama.

La presa è stata progettata a valle dei piani di Roviano nella località Spiaggia nei pressi della stazione di Cineto Romano, a monte del torrente Scarpa.

La centrale idroelettrica e la conseguente restituzione delle acque nel fiume, sono state progettate nei pressi di Castelmadama, in corrispondenza del km 46 + 500 della linea ferroviaria Roma-Sulmona, a circa cioè 2000 metri a monte della presa, ancora non esistente, della concessione Motta-De Vincentiis, oggi Società Italiana per condotte d'acqua.

Nello stabilire la località della presa e della restituzione, si è avuto di mira di utilizzare il maggior salto possibile nel tratto in cui è data facoltà al Comune di Roma di derivare acqua per forza motrice, compatibilmente però con la scelta delle località che meglio si prestavano tecnicamente ed economicamente per l'esecuzione di dette opere.

Per redigere il progetto di massima, vennero eseguiti rilievi del terreno nelle anzidette località di presa e di restituzione e studiate

quindi le opere costruttive inerenti. A monte ed a valle delle opere di presa e di restituzione ed anche in alcuni punti intermedi vennero rilevate le quote del pelo d'acqna del fiume in periodo normale, ed ove fu possibile, anche in periodo di magra e di massima piena, riferendosi con livellazioni ai piani del ferro della ferrovia Roma-Solmona, il cui profilo venne gentilmente messo a disposizione dall'Ispettorato delle ferrovie.

Fu anche percorso il terreno su cui dovrebbe svolgersi il canale derivatore per rendersi conto sommariamente della natura di esso e dell'importanza delle opere d'arte risultanti dal tracciato studiato sulle carte topografiche $^1/_{25000}$ dell'istituto geografico militare; il rilievo e la progettazione esatta di questo canale si riserbano, come di consueto, alla fase esecutiva.

Le opere di presa previste consistono in una diga, sommersa in tempi di piena, con relative opere di difesa e di regolarizzazione del fiume, canale di scarico ed edificio d'immissione dell'acqua sul canale derivatore. Il ciglio della diga è stato progettato alla quota 309, 20.

Nello stabilire tale quota si è tenuto presente di non creare rigurgito a monte nei periodi di piena, e ciò per non allagare maggiormente i piani di Roviano posti subito a monte, oggi sufficientemente inondati. A tale scopo si è progettato di portare l'alveo del fiume in corrispondenza della diga, a 45 metri, mentre presentemente è di soli 18 metri.

A valle della diga scorrendo il fiume per breve tratto ancora incassato si è progettato l'allargamento dell'alveo di piena. Le opere non sono di grande entità poichè eccettuate quelle in muratura della presa, le altre si riducono a semplici movimenti di terra pei quali si prestano molto bene la natura e le condizioni altimetriche del terreno.

L'edificio d'immissione dell'acqua nel canale derivatore consta di 8 bocchè munite di paratoie, calcolate per la portata complessiva di oltre 15 metri cubi. La soglia delle bocche di derivazione è alla quota 308, 20. La soglia delle paratoie del canale di servizio è alla quota 307, 10.

Il canale derivatore che si svolge sulla sinistra dell'Aniene è stato calcolato per la portata di 15 metri cubi con la pendenza di 0, 0005. Esso dovrà essere scavato per tutta la sua lunghezza, a mezza costa delle colline fiancheggianti l'Aniene. Avrà all'aperto una lunghezza di circa 11, 700 metri ed in galleria una lunghezza complessiva di circa 1900 metri.

Saranno necessari ponti-canali per una lunghezza di circa 100 m. e l'opera d'arte più importante sarà il sifone sul torrente Fiumicino lungo circa 200 metri, pel quale si sono progettate due condotture di cemento armato di 2,25 metri di diametro. A monte dei sifoni, circa a 400 metri dalla presa, si è progettata e prevista una vasca di calma per decantare le acque derivate con relativo sfioratore.

Il tracciato del canale e le opere d'arte saranno oggetto di maggiore studio nel progetto esecutivo. Opere d'arte minori, quali sottopassaggi di strade, ponticelli di sovrapassaggio, chiavicotti e scaricatori di fondo sono state progettate e previste.

Centrale idroelettrica.

Il salto viene, come detto, utilizzato in territorio di Castelmadama. Il canale derivatore mette capo ad una vasca di carico, munita di sfioratore, da cui partono le condotte forzate. Queste condotte sono cinque, di cui 4 per l'alimentazione delle turbine principali del diametro di metri 1, 70, e una per l'alimentazione delle turbine delle eccitatrici del diametro di m. 0, 50.

Lo sviluppo di ciascuna condotta è di m. 420. Le 4 condotte principali terminano ciascuna ad una propria turbina, la condotta più piccola alimenta le 2 turbine delle 2 eccitatrici. Si è studiato se era il caso di stabilire dei collegamenti trasversali fra le 4 condotte principali, di modo che si potesse alimentare una qualunque delle turbine con una qualunque delle condotte, ma si è visto che la spesa delle saracinesche necessarie per permettere i vari scambi era così elevata, che quasi conveniva più installare una nuova condotta e un nuovo gruppo e si è messo da parte quest'idea. D'altra parte, delle 4 unità, che si son previste nella centrale, una è di riserva, e poi nella centrale termica si è previsto ancora un'unità di 2500 kw. di riserva, e tutte queste riserve sono più che sufficienti a fare fronte a qualunque guasto che può sopravvenire a qualche unità dell'impianto.

Le 4 turbine principali, della potenza ciascuna di 2300 cavalli, sono accoppiate a 4 alternatori trifasi, ciascuno della potenza di 1700 kw. a 600 volt e 50 periodi. Questi alternatori ricevono la corrente di eccitazione da una eccitatrice separata, mossa, come già accennato, da apposita turbina è calcolata per l'eccitazione di tutte e 4 le turbine. Un altro gruppo eccitatore identico serve di riserva.

La corrente generata dalle macchine è portata a sbarre collettrici e da queste a 4 trasformatori trifasi ad olio, con raffreddamento ad acqua, che elevano la tensione a 30 000 volt, e dai trasformatori a nuove sbarre collettrici e quindi immessa sulla linea.

La tensione di 30 000 volt è stata prescelta dopo una serie di studi, che hanno dimostrato questa tensione come la più conveniente.

Nel preventivo è descritto in dettaglio il quadro di distribuzione; qui osserviamo soltanto che per la parte a bassa tensione il quadro è previsto del tipo a carrello, in cui tutti gli apparecchi di manovra e di controllo appartenenti ad una macchina, all'infuori di quelli per la eccitazione, sono montati su uno scomparto che si può all'occorrenza, in caso di guasto, staccare dal resto e tirar fuori. Gli strumenti di misura e i manubri di comando dei regolatori per l'eccitazione dei singoli alternatori sono stati previsti montati su altrettante colonnine di manovra collocate sulla parte anteriore della galleria di servizio dei quadri. Tutti gli strumenti e apparecchi dei circuiti a 30 000 volt sono stati previsti montati separati in celle di cemento, ciascuna cella contenente un apparecchio unipolare, così come si è praticato nei più recenti impianti moderni di questo tipo. Nulla si è risparmiato nel preventivare questi quadri in modo da potere avere affidamento di un esercizio il più sicuro.

Linea di trasmissione.

La linea di trasmissione è progettata in duplo, cioè con 2 terne di fili, e questi di sezione tale che in caso di guasto una terna di fili sia capace ancora di trasportare l'intera potenza a Roma.

Essa è protetta all'uscire dalla centrale da doppie batterie di scaricafulmini, gli uni corna e gli altri a rulli: inoltre è protetta da limitatori di tensione a getto d'acqua. Tutto questo per limitare il più possibile pericoli di interruzione.

La linea è portata da pali doppi in ferro, per il primo tratto, in paese montuoso, del tipo rigido, e pel tratto in pianura del tipo Semenza elastico, composto di due pali in ferro a U collegati con ferri trasversali e tenuti a distanza di 2 metri. Questi ultimi sono di costruzione assai leggera, pure offrendo la massima sicurezza di esercizio.

Ciascuno dei due ordini di pali porta una terna di fili, i quali restano tenuti in conseguenza a distanza di 2 m. I pali sono previsti ad una distanza media di 90 m.

La linea è lunga 38 km e mette capo ad una sottostazione di trasformazione dove la tensione della corrente è abbassata alla tensione di 6000 volt quale è quella della corrente generata dai turboalternatori della centrale termica e per cui è costruita la rete primaria di distribuzione.

Lungo il percorso della linea sono state previste ancora 2 case cantoniere dove si possono ritirare i sorveglianti e che è munità di apparecchi telefonici connessi con la centrale idroelettrica.

I fili telefonici sono previsti sugli stessi pali della trasmissione.

Sottostazione ricevitrice.

La sottostazione ricevitrice è stata progettata nello stesso terreno della centrale termica. Essa comprende quattro trasformatori identici a quelli progettati per la centrale idroelettrica. Anche in questa sottostazione tutti gli apparecchi ad elevata tensione sono stati previsti montati in celle di cemento, ogni cella contenente un apparecchio unipolare. Per risparmio di personale si è pensato di portare i quadri di manovra nella centrale: per questo tutti gli apparecchi di manovra dei circuiti primari sono progettati per comando a distanza dal quadro della centrale. Parimenti i morsetti secondari dei trasformatori sono stati collegati a 4 canapi sotterranei che mettono capo al quadro nella centrale, dove in appositi pannelli sono applicati tutti gli strumenti di misura e gli apparecchi di manovra. La corrente trasformata viene immessa alle sbarre collettrici dove sono inseriti anche gli alternatori della centrale e da dove partono i feeders della rete primaria.

Scelta del sistema di forza motrice per la centrale termica.

Sono state confrontate, sviluppando anche i rispettivi progetti, le tre possibili soluzioni, cioè: motrici a gas povero, motrici a vapore a stantuffi e turbine a vapore: e si è riconosciuto dover dare la preferenza a queste ultime.

Sarebbero state preferibili, per la economia di consumo, le macchine a gas se si fosse trattato di piccole potenze; ma oltre i 300 o 500 kw per ogni motrice, quelle a gas divengono macchine anormali o eccezionali, e nella economia di combustibile vengono eguagliate dalle motrici e turbine a vapore. Inoltre, per l'insieme dei

requisiti che interessano l'esercizio della centrale, cioè, regolarità e automaticità di marcia, attitudine a sopportare variazioni di carico, semplicità di manovra, sicurezza di funzionamento, entità delle spese di manutenzione ed ammortamento, gli impianti a gas si trovano nella condizione più sfavorevole di tutti; e più specialmente quando si tratta dell'esercizio di una grande centrale. Similmente, le motrici a vapore a stantuffo sarebbero state preferibili se si fosse trattato di potenze medie. Trattandosi di una centrale, le cui singole unità devono avere potenza non inferiore ai 2000 o 2500 kw ciascuna per ora, e più grandi in avvenire, il vantaggio dell'economia di consumo, nel complessivo funzionamento dell'impianto, sta in favore delle turbine. Le turbine a vapore sono, di lor natura, propriamente adatte per le grandi potenze; e per l'esercizio di centrali elettriche importanti, in cui la semplicità deve essere accoppiata alla più grande regolarità e sicurezza di funzionamento, e al minimo personale richiesto. Vediamo oggidì, nelle centrali d'alimentazione di tutte le altre città di qualche importanza, adottate turbine, in prosecuzione d'impianto, e anche in sostituzione di macchine a vapore già esistenti; e le più moderne centrali si sono impiantate con le sole turbine a vapore, con risultati che confermano uniformemente quanto si è detto.

A favore delle turbine stanno particolarmente in più l'economia dei lubrificanti, e il vantaggio di avere il vapore condensato privo d'olio, e potere quindi alimentare le caldaie direttamente con l'acqua condensata, evitando tutte le difficoltà e gli inconvenienti dell'alimentazione con acqua provveduta dall'esterno.

Decisiva infine la considerazione dello spazio occupato: riflettendo che un impianto a gas occupa spazio più che doppio di quello richiesto da un impianto a vapore, e che una motrice a vapore a cilindri occupa uno spazio circa quintuplo di quello che occupa una turbina di egual potenza, e osservando le dimensioni che già assume la progettata officina con turbine, risulta evidente che qualunque progetto di officina equivalente con altri tipi di macchine avrebbe condotto a dimensioni proibitive.

Per queste ragioni si è scelto il sistema d'impianto con generatori elettrici mossi da turbine a vapore, condensazione a superficie, e caldaie normalmente alimentate dall'acqua distillata calda proveniente dalla condensazione; il tutto combinato col funzionamento automatico di tutti i particolari, compreso la manovra e il caricamento del carbone.

Assegnazione e ripartizione delle unità.

Per raggiungere unità di criterio e uniformità di tipi di macchinario, devesi fino da ora tenere in vista l'intero sviluppo dell'impianto avvenire, e, come parte di esso, progettare l'impianto attuale. Nello sviluppo avvenire convengono unità generatrici grandi, per avere minimo spazio e minimo personale occupato, massima economia di consumo e miglior funzionamento; onde per tale stadio si progettano turbine da 5000 kw ciascuna, e questa dimensione perchè è la più comune e normalmente costrutta e pressochè universalmente adottata in tutti i grandi impianti. Ma oltre a questo tipo grande conviene averne in centrale uno più piccolo, che permetta i frazionamenti di potenza, e l'esercizio a carico ridotto in condizioni di economia vantaggiose; e invero nelle altre centrali impiantate in condizioni consimili vediamo le macchine da 5000 kw accoppiate con altre di dimensioni svariate, da 1000 a 1500 fino a 3000 kw; e in città paragonabili alla nostra, vengono queste macchine minori aggiunti anche là dove le macchine grandi già esistono. Il numero e la grandezza di queste macchine minori sono da assegnare tenendo fermo che: è bene avere nella centrale non più di due tipi di macchine diverse; e quindi un tipo unico di macchine minori, in aggiunta a quelle di 5000 kw già scelte; la massima semplicità e combinabilità di manovre si ottiene quando la potenza della macchina piccola è metà della potenza della macchina grande; la effettiva potenza della centrale di 7000 a 8000 kw, riserva esclusa, che si richiede nell'attuale progetto, deve raggiungersi con un costo d'impianto il meno elevato possibile, e quindi con la minima immobilizzazione di macchinario per riserva.

Progettiamo dunque per l'impianto attuale, 4 unità da 2500 kw, di cui saranno 3 in esercizio e 1 in riserva; le successive estensioni avverranno con macchine da 5000 kw, fino al massimo numero di quattro, contemplato nell'ulteriore stadio. Nell'attuale impianto, il tipo di 2500 kw è conveniente perchè può essere utilizzato per carichi ridotti fino anche a 1000 kw, senza eccessive diminuzioni di rendimento; il numero di quattro unità è conveniente per l'esercizio: non è il caso di impiantare, nemmeno in parte, macchine da 5000 kw nei primi stadi, perchè è facile riscontrare che con qualunque possibile combinazione, crescerebbe esageratamente la capacità da impiantare, a parità di potenza utile prodotta.

La detta ripartizione di unità conviene anche per la razionale assegnazione delle caldaie. Col tipo e grandezza di caldaie che ora è normale nelle grandi centrali (caldaie a tubi d'acqua, da 500 e 600 mq. di superficie riscaldata, e della produzione di 9000 a 12 000 kg di vapore per ora), e che a noi conviene senz'altro adottare, una batterie di 2 caldaie corrisponde a una macchina di 2500 kw; due batterie bastano per l'alimentazione di una macchina da 5000. In questo modo, nell'impianto attuale, si hanno 4 batterie di caldaie del detto tipo; e corrispondono alla regola $n + 2$, perchè mentre tre batterie sono al massimo in esercizio per le tre macchine funzionanti, resta una caldaia disponibile per la revisione a turno e una pronta in riserva. Anche nell'ulteriore stadio, resta la stessa ripartizione di riserva, assegnando in tutto 12 batterie, di cui 10 al massimo in esercizio simultaneo.

Calcolo dei consumi.

Sulla base dei risultati pratici ottenuti in impianti consimili, e sulle garanzie dei costruttori, applicate col necessario margine pratico di sicurezza, si calcola:

Consumo di vapore a carico e regime normale: 7 kg per kw-h in sala macchine; 7 $^1/_2$ kg per kw-h in sala caldaie, compreso consumi ausiliari, ecc. Produzione normale per ogni caldaia 9350 kg di vapore all'ora, per sviluppare 2500 kw: id. per lavorare in sovraccarico, 20 $^0/_0$, 11, 250 kg. Consumo di acqua di circolazione, 50 volte quella di alimentazione, e quindi per ogni unità da 2500 kw si richiedono 9, 4 mc all'ora in regime normale, 11, 2 mc in regime di sovraccarico.

Coefficiente di vaporizzazione, con carbone da 7000 calorie, 1 : 7. Consumo carbone per kw-h, prodotto dalle macchine, 1, 1 kg a carico e regime normale.

Il consumo lordo effettivo, comprese perdite, bassi carichi, accensioni, ecc., si può prevedere 1, 25 kg per kw-h nella media d'esercizio effettivo, e aggiungendo i consumi richiesti per tenere in pressione durante il giorno senza produrre, per accensioni intempestive, ecc., si arriva in tutto a 1, 32 kg per kw-h.

Queste cifre includono il consumo degli ausiliari mossi a vapore ma non di quelli mossi elettricamente, la cui energia viene computa sottraendola dai kw-h prodotti.

Nel funzionamento della centrale di 10 000 kw, quando produca

il suo carico massimo normale di 7500 kw, risulta una produzione totale di vapore di 56 000 kg per ora, una richiesta d'acqua di circolazione di 28 mc per ora.

Queste cifre salgono rispettivamente a 90 000 kg. ed a 45 mc, quando si preveda il caso di voler far funzionare tutte le 4 macchine insieme, e col sovraccarico 20 $^{0}/_{0}$, producendo 12 000 kw. Il consumo annuo lordo di carbone, per produrre 9 000 000 kw-h annui (quando è richiesto secondo il quadro di erogazione più oltre stabilito), ammonta a 12 150 tonnellate.

Scelta del terreno.

Le considerazioni che influiscono sono: costo del terreno e disponibilità di spazio sufficiente per gli ingrandimenti avvenire; facilità di provvista del combustibile e dell'acqua; facilità di accesso; centralità rispetto alla rete da alimentare. Di queste, l'ultima è da subordinare a tutte le altre perchè si trasporta più facilmente l'elettricità che il carbone o l'acqua; e il criterio moderno è accentrare la produzione in grandi officine fuori città per generare l'elettricità economicamente e distribuirla poi ove occorre, con la relativa facilità che le reti ad alta tensione permettono. In vista del dazio sul combustibile di cui, per la convenzione col Governo la metà resterebbe a carico del Comune, conviene che la centrale sia fuori della cinta daziaria. Per provvedere nel miglior modo al trasporto del carbone, conviene la posizione sulla riva del Tevere, a valle della città dove il fiume è navigabile ai piroscafi. Questa stessa scelta permette anche di provvedere illimitatamente all' acqua di circolazione, senza ricorrere al raffreddamento artificiale con le torri sistema Balce, purchè però il terreno sia immediatamente confinante col fiume. Un terreno in queste condizioni, e che soddisfa alle necessarie esigenze di area, costo e relativa facilità di fondazione, è stato trovato il più vicino possibile alla città, al confluente dell'Almone e del Tevere, a circa 1 km fuori porta San Paolo. Questo terreno misura 20 000 mq. di superficie, compresa una striscia di 2000 mq. che dovrà essere espropriata dallo Stato; offre spazio sufficiente e non eccessivo, per contenere la centrale con tutti i suoi aumenti fino all'ultimo stadio previsto di estensione, e in più officine di riparazione, magazzino, depositi, abitazioni e altri annessi, coi relativi spazii circostanti e disponibili. Il compromesso per l'acquisto è stato stipulato a L. 5 al mq, dagli attuali proprieiari.

Fabbricato per la centrale.

Si sono confrontate, sviluppando i relativi progetti, tre diverse disposizioni: 1.° composizione sezionale a T, cioè sala macchine longitudinale, divisa in sezioni indipendenti, e ad ogni sezione annessa una sala caldaie, disposta perpendicolarmente; resta così la centrale divisa in sezioni indipendenti, e ad ogni sezione annessa una sala caldaie, disposta perpendicolarmente; resta così la centrale divisa in tante sezioni che funzionano come tante centrali separate, e che si costruiscono una per una; 2.° composizione longitudinale, con un fabbricato macchine, e un fabbricato caldaie paralleli e separati fra loro, disponendo due camini e gli impianti accessori di depurazione e filtrazione, e le pompe d'alimentazione nello spazio interposto; 3.° composizione longitudinale come al n. 2, ma senza spazio interposto, e interponendo invece i camini fra le caldaie. Altre disposizioni, e in particolare quelle consuete delle centrali con motrici a cilindro, non sono possibili e consigliabili, data la diversità dei rapporti fra lo spazio delle macchine e quello delle caldaie, e non volendo adottare la costruzione a due piani.

Le tre disposizioni indicate corrispondono a tre diversi criteri prevalenti nella pratica moderna, e tutte e tre risultano convenientemente applicabili all'impianto in progetto, ma con diversità di vantaggi: in particolare la prima realizza al massimo il desiderato del sezionamento e dell'indipendenza, e quindi della garanzia delle interruzioni, ma con qualche sacrificio della unità, facilità ed economia del servizio; la seconda e la terza permettono l'unificazione e la centralizzazione delle manovre e del servizio del quadro, e non escludono la possibilità di sezionamenti per quanto interessa ad assicurare la continuità del servizio.

Tenendo conto delle forme dell'area disponibile, e delle convenienze di avere per l'alimentazione delle caldaie un impianto centrale di pompe elettriche, è stata prescelta la seconda disposizione, la quale permette di avere una sala per le pompe, indipendente, vicino alle caldaie, ma separata da essa e sorvegliabile dalla sala macchine. Ne è risultato il progetto di fabbricato indicato nei tipi. La sala macchine e la sala caldaie sono in un piano sopraelevato, e i condensatori. condotti del fumo e trasporti di cenere sono in un piano a terra, protetto contro le piene. I due piani del quadro prospettato nella sala macchine, al di là dei sostegni metallici della tettoia, e insieme con le stanze di servizio formano avancorpo. Nel-

l'impianto attuale sarà costrutta la parte centrale, per contenere 4 macchine e 8 caldaie, più due camini. In terzo stadio si estenderà la sala macchine dai due lati, si costruiranno altri due camini, e si farà luogo alle altre caldaie. in due file.

Turbogeneratori.

I turbogeneratori si specificano del sistema trifase, con tensione regolabile tra 6000 e 6500 volt tra fase e fase. È stato esaminato se conveniva adottare la frequenza di circa 45 periodi che ha la Società Anglo-Romana, ovvero quella normale di 50; per molteplici ragioni tecniche si è data la preferenza alla seconda. Si stabilisce, in conformità, il tipo quadripolare, e la velocità di 1500 giri al minuto. La potenza normale di ogni macchina sarà 2500 kw (riservata eventualmente la possibilità da adottare una cifra alquanto superiore, secondo risulterà opportuno nell'atto effettivo dell'acquisto). con un possibile sovraccarico del 25 per cento per mezz'ora, e prescrizioni tutte secondo le norme della Verbaud Deutscher Elektrotechniker. Le eccitatrici saranno conassiali nel caso di turbogeneratori orizzontali, e separate nell' altro caso.

La preferenza da dare a uno o a un altro tipo di turbogeneratori esistenti, dipenderà dalle condizioni di prezzo, di consegna e di risultati tecnici, che verranno offerte nelle gare definitive.

Il fabbricato è progettato sufficiente per le turbine di massime dimensioni oggidì conosciute; conviene in ogni caso non ridurlo essenzialmente, per non pregiudicare possibilità di eventuali cambiamenti avvenire.

Condensazione e impianto di pompe.

Ogni turbina sarà accoppiata con un condensatore a superficie, adatto per funzionare con l' acqua del Tevere, ed avrà anche una valvola di deviazione con tubo per funzionare a scarico libero, nel caso di guasto nel condensatore. Si è voluto evitare la disposizione coi condensatori immediatamente sotto alle rispettive macchine, la quale in impianti consimili ha dato qualche difficoltà, e si è preferito occupare maggiore spazio, ma piazzare ogni macchina su una fondazione massiccia, e disporre i condensatori, o almeno il macchinario accessorio, nello spazio interposto fra le fondazioni, e aprire su questo macchinario una fossa, in modo che sia direttamente

visibile e facilmente accessibile ai macchinisti. Possibilmente e preferibilmente, ogni condensatore avrà la pompa ad aria a secco, separata dalla pompa di estrazione dell'acqua. Oltre al vapore di scarico della macchina, sarà condensato e ricuperato tutto il vapore degli ausiliari. L'acqua condensata tutta sarà raccolta nei pozzetti caldi sotto le pompe. Prima di immetterlo nei condensatori, quest'acqua passerà attraverso ai riscaldatori a superficie ove verrà condensato il vapore degli ausiliari.

Per la circolazione, ogni condensatore avrà la sua pompa centrifuga, mossa da motore elettrico; le pompe saranno a 5 m. sul livello minimo del fiume, nel sotterraneo sottoposto al quadro, e per ogni pompa, è prevista la sua tubazione separata, ma con un tubo trasversale d'intercomunicazione in caso di guasti. L'esito avverrà per una tubazione unica disposta a sifone. Una separata pompa a stantuffi, e un tubo di comunicazione con le cisterne serviranno per l'innesco delle centrifughe. Tutto l'impianto e il macchinario sono studiati in modo che possano funzionare con l'acqua del Tevere, anche quando è maggiormente torbida, e che possa farsi facilmente la pulizia, in caso di deposito.

Caldaie e annessi.

In vista della natura dell'impianto, le caldaie sono state prestabilite a tubi d'acqua, con economizzatori, con surriscaldatori, e con griglie automatiche. Il vapore sarà prodotto a 12 $^1/_2$ fino a 13 atmosfere e a 330° C., per raggiungere le turbine a non meno di 12 atmosfere e a 300° C.

La quantità di carbone che si deve bruciare in ogni caldaia, richiede che l'impianto di griglie automatiche (*stokers*) sia fatto sin da principio. Stabilito questo punto, resta anche assicurata la massima economia di esercizio, tanto per riguardo alla combustione, quanto per riguardo alle spese accessorie.

Nelle specificazioni delle caldaie, si specifica il rendimento, la produzione di vapore normale e massima, e la pressione e temperatura di surriscaldamento. Si lascia al costruttore proporre il tipo più adatto, come entità di superficie riscaldata, e come superficie di griglie, e quantità di carbone da bruciare, salvo controllare se i dati proposti convengono e sono accettabili.

Per ogni batteria di caldaie è previsto un economizzatore, il quale, con alcuni tipi di caldaie, potrà anche essere sostituito da file addizionali di tubi.

Le pompe per l'alimentazione normale delle caldaie saranno elettriche, per raggiungere il più economico funzionamento; ma per sicurezza di esercizio sarà anche impiantata una batteria di pompe a vapore; e tanto le une quanto le altre, comprenderanno le loro unità di riserva.

Quadro e forniture elettriche della centrale.

Il quadro è progettato formato di tanti scomparti separati, ripartiti in due piani, e gli scomparti tutti ricambiabili e sostituibili, uno indipendentemente dall'altro. Dalla costruzione si esclude non solamente il legno ma anche il marmo; le parti esposte nella fronte del quadro, e quelle da manovrare, saranno tutte metalliche e messe a terra; e così pure l'intelaiatura generale. Senza adottare il sistema cellulare propriamente detto, che per questo tipo d'impianto non è necessario e che obbligherebbe a rinunciare alla ricambialità degli scomparti e alla costruzione metallica, si terranno i conduttori di diverse polarità separati l'uno dall'altro da tramezzi isolanti di sufficienti dimensioni da rendere archi elettrici e corti circuiti del tutto impossibili.

Nel piano inferiore saranno gli scomparti pei feeder, ognuno coi suoi strumenti di misura e registratori, e con interruttori attivati da relais a tempo.

Nel piano superiore saranno gli scomparti per le macchine, anch'essi similmente completi. L'enumerazione e disposizione dei singoli strumenti sono indicate nei preventivi e nei tipi della Tav. XI, esibita in originale. Si è ritenuto opportuno provvedere sin da principio a una completa installazione degli strumenti di precisione, ed anche registratori, occorrenti per tutte quelle misure che sono di pratica utilità nell'esercizio.

Al quadro e dal quadro arrivano e partono i conduttori sotto forma di canapi nel sottosuolo della centrale, disposti nello stesso modo come lo sono i tubi di vapore. Sono collegate al quadro le sale per le misure e verifiche, in cui sono anche contenuti quegli strumenti e quei registratori che non devono trovare posto negli scomparti.

I canapi esterni che partono dall'officina essendo tutti sotterranei, non si prevedono apparecchi scaricafulmini, ma solamente scaricatori e limitatori di sopratensione.

Impianto pel carbone.

Il carbone normalmente, sarà acquistato nei paesi d'origine a carichi diretti di piroscafi completi, e arriverà alla centrale, per via di fiume, su barche, e verrà immagazzinato in un apposito silos, capace di contenere una provvista alquanto superiore al carico ordinario di un piroscafo. Per fare il trasbordo è progettata una doppia filovia elettrica aerea, che corre nella tettoia dei silos e termina in una gru volante, installata sulla sponda del fiume, e removibile quando ciò sia richiesto per rendere libera la via alzaia. La gru è di tipo speciale per raccogliere il carbone dalle barche mediante cofani, pesarlo automaticameute nell'operazione stessa, e avviare i cofani stessi sulla filovia senza che sia richiesto vuotare il carbone o altrimenti toccarlo.

Le dimensioni dei silos e l' altezza d' immagazzinamento sono studiate secondo le più sicure norme della tecnica moderna, con particolare riguardo per non dover temere combustioni spontanee. Le bocche di uscita dei silos sono in fondo, in file longitudinali, e il carbone esce per semplice gravità. Per il primo impianto si propone raccoglierlo per mezzo di vagoncini a mano, speciali, di ampia capacità, mobili liberamente e non su binari, come si usa appunto a Colonia e in altre centrali di simile entità. Questi vagoni si portano nella sala, e ivi restano, uno di fronte a ogni caldaia, fino a che non sono esauriti. Come ulteriore aggiunta è stato progettato l'impianto di conveyor diretto dal silos alle griglie, e in terzo stadio anche un carbonile (coal-bunker) nella sala caldaie, col conveyor dal silos al carbonile; il conveyor sarebbe in ambo i casi del tipo snodabile, adatto a fare il percorso in curva.

Alimentazione di riserva.

Per l'acqua di alimentazione di riserva, destinata a sopperire alle perdite o pel caso di momentaneo funzionamento eccezionale di qualche unità senza condensazione, è prevista nei sotterranei dei silos un'ampia cisterna, da riempirsi con l'acqua del Tevere, e divisa in due parti per assicurare la perfetta decantazione.

L'acqua del Tevere è abbastanza pura da sostanze nocive per le caldaie; nondimeno si è previsto un apparecchio per la depurazione

sua ulteriore; ciò oltre il filtro d'olio che serve per l'acqua condensata dagli ausiliari, e per depurare, solo periodicamente a lunghi tratti, l'acqua condensata generale.

Le cisterne sono collegate da tubi coi pozzetti delle caldaie da una parte, e con le pompe di aspirazione e circolazione dall' altra parte. Così l'acqua della prima cisterna serve anche per l'innesco delle centrifughe, e le centrifughe servono per riempire ulteriormente la cisterna. La pompa a stantuffi serve pel primo riempimento, e per ogni volta che sia tutto in secco.

(Continua). G. GIORGI.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Sulle ferrovie a trazione elettrica con speciale riguardo al sistema monofase. *(Continuazione, vedi pag. 492).* — Il sistema di presa laterale di corrente adottata su questo tratto, se diede buoni risultati nelle prove non potrebbe in alcun modo venir installato su un percorso ferroviario normale tenuto conto delle stazioni e delle difficoltà agli scambi, incroci ecc.

Ai motori A. E. G. installati sulle automotrici di prova venne data una sospensione elastica; l'armatura era montata su un albero cavo, e la trasmissione del movimento si effettuava in modo diretto coll'intermediario di molle.

Anche per le ferrovie elettriche della Valtellina la ditta Ganz e C. di Budapest adottò il noto schema a due motori i quali mediante biella a manovella azionavano tre assi tra loro accoppiati. Ora è noto che i due motori possono lavorare contemporaneamente soltanto per le piccole velocità, mentre per velocità normali di marcia uno solo dei motori viene ad essere inserito.

La potenza di queste locomotive si limita conseguentemente a quella del motore più potente che è di 1500 HP del peso complessivo di 62 tonn.; si utilizzano sugli assi motori solo $3 \times 14 = 42$ tonn. Lo sforzo di trazione continuo riferito al motore più potente risulta alla velocità massima (64 Km.-ora) di 6400 Kg., quello del motore più piccolo con una velocità di 42 Km.-ora di 7700 Kg.

Soltanto per le piccole velocità e precisamente fino a 25 Km-ora, i due motori possono funzionare contemporaneamente esercitando uno sforzo di trazione di 12000 Kg. La locomotiva di cui parliamo non sviluppa quindi più di una locomotiva a corrente continua di circa 1000 HP alla velocità massima di 64 Km.-ora, coll'aggravante che i motori trifasi non consentono un'aumento nella velocità normale quando questa si renda necessaria nei casi di ritardo.

Tanto col tipo di locomotiva Ganz che con quello Brown-Boveri per le locomotive del Sempione, si richiede uno schema complicato della cabina di manovra, con interruttori inseriti sul circuito ad alta tensione.

Si potrebbero anche inserire nello schema dei circuiti di queste locomotive dei trasformatori per tensioni maggiori di 3000 a 5000 volt, quantunque difficilmente si possano oltrepassare questi limiti quando si abbia

un percorso con molte stazioni, scambi, incroci ecc. e quando non si vogliano perdere di vista le spese d'esercizio della linea.

Sulle considerazioni che siamo andati esponendo si può dedurre come il sistema trifase si presti bene soltanto pel servizio limitato ai tratti di galleria e per i tronchi a traffico ridotto.

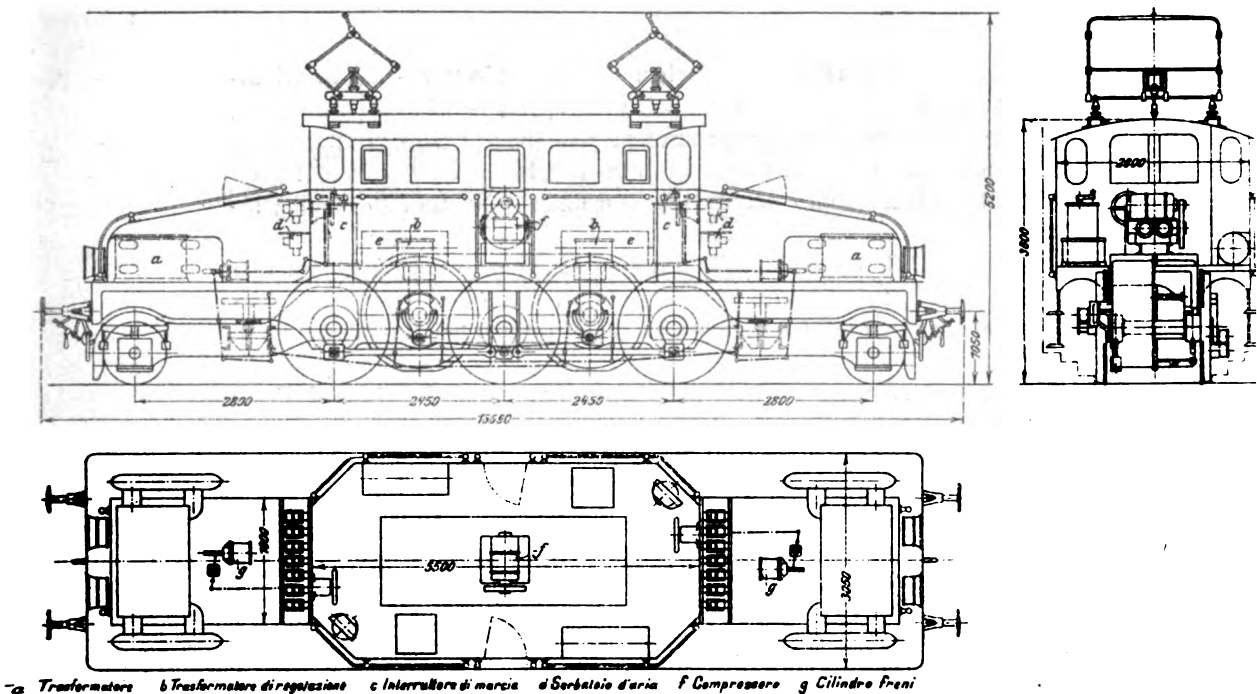
Da quanto si è detto si spiega la tendenza odierna verso la corrente monofase che permette tensioni dirette fino a 15000 volt ed una regolazione consimile a quella per corrente continua.

a Trasformatore b Trasformatore di regolazione c Interruttore di marcia d Serbatoio d'aria f Compressore g Cilindro freni

Fig. 4. — Locomotiva con motori da 1000 HP.

Fin dall'anno 1903 la costruzione dei motori monofasi era in pieno sviluppo e le prove eseguite sul tronco ferroviario Niederschönweide-Spindlerfeld diedero buoni risultati sia dal punto di vista dei motori che della linea. Per la ferrovia della Stubaital costruita dalla A. E. G. si era progettato di impiegare la corrente continua; in seguito però ai risultati soddisfacenti di Splindlerfeld, si preferì la corrente alternata monofase.

E così pure per il tronco di ferrovia secondaria Blankenese-Altona-Amburgo-Ohlsdorf si prescelse la corrente alternata. Questa linea che ha una lunghezza di circa 27 Km. è percorsa giornalmente da 400 treni elettrici con una potenzialità di 12500 carrozze chilometro e di circa 950000 tonn.-km. Le carrozze vennero fornite dalla A. E. G. e l'impianto della linea fu affidato alla Siemens-Schuckert. Il servizio si effettua in modo

inappuntabile per regolarità ed esattezza di orario e l'impianto monofase ad alta tensione si è dimostrato perfettamente rispondente sotto tutti i rapporti.

I motori delle vetture della potenza di 200 HP per un ora e 100 HP normali continui pesano senza ingranaggi e senza carter circa 3000 Kg. e completi, 3300 Kg. circa. Si era in grado pertanto, con motrici a due

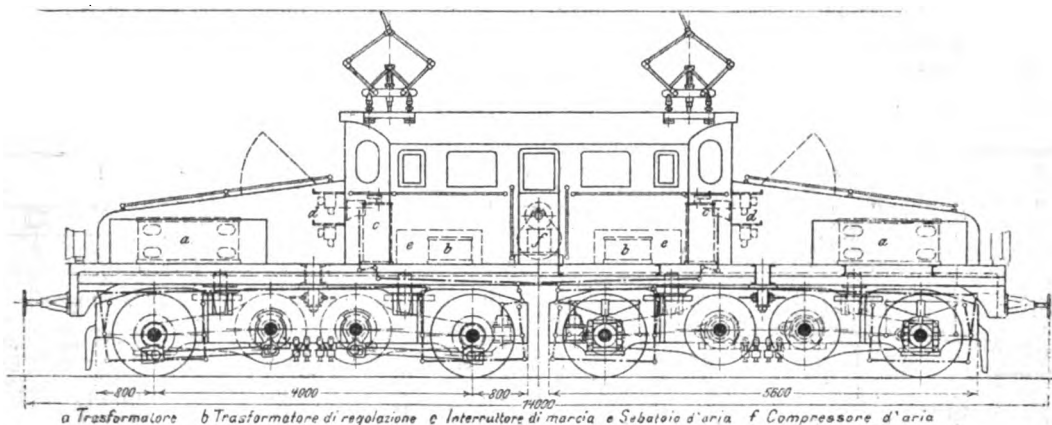



Fig. 5. — Locomotiva elettrica monofase per treni diretti.

motori, di trainare dei treni del peso di 65 tonn. con velocità da 0, 45 m' 1" fino a 40 Km.-ora potendo raggiungere un massimo di 65 chilometri.

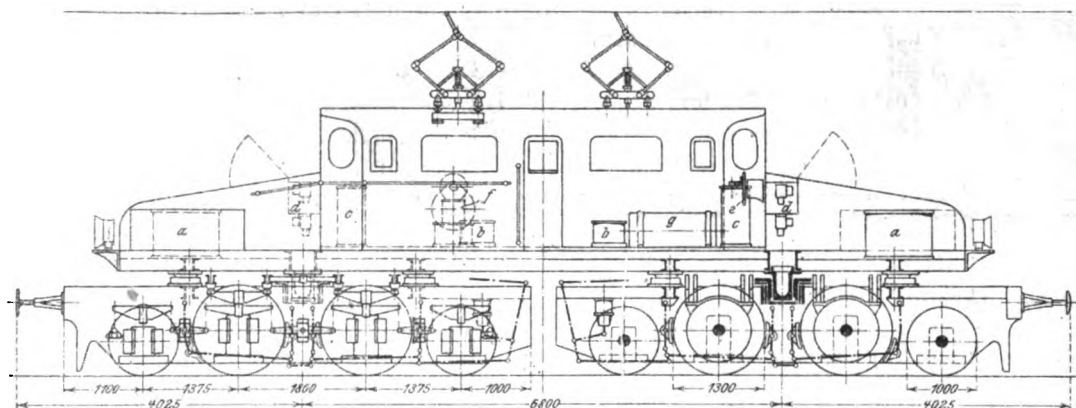



Fig. 6. — Locomotiva monofase per treni diretti.

Questa potenzialità dei motori sarebbe tuttavia forse insufficiente per un servizio con locomotive quantunque se ne abbia un esempio sulla Baltimora-Ohio servita da locomotive con motori da 200 HP. In ogni modo però l'utilizzazione del peso e cioè il peso per cavallo migliora aumen-

tando la potenza e questo spiega gli sforzi odierni per arrivare ad unità sempre più potenti.

Poichè mentre un motore da 200 HP e 500 giri al minuto pesa senza ingranaggi 3000 Kg. corrispondenti a 15 Kg. per cavallo, con un motore da 1000 HP e 250 giri si vengono ad avere 11 o 12 Kg. per cavallo.

Pertanto anche le velocità periferiche, il numero dei conduttori per cm. di periferia d'armatura e la densità e linee di forza rimangono pressochè invariate. Un primo motore monofase da 350 HP venne costruito nell'anno 1906 (fig. 1-2-3 e tav. 41 vedi fascicolo precedente); viene raffreddato con circolazione d'aria e nella figura 3 a sinistra è segnato l'orificio d'ammissione dell'aria dall'esterno.

L'aria lambe il motore secondo la direzione assiale ed esce all'esterno dalla parte del commutatore. Il peso di questo motore senza ingranaggi è di 5200 Kg.

Gli sforzi di trazione di questo motore montato su ruote di 1400 mm. di diametro ed un rapporto d'ingranaggi di 1 : 4,16 si rilevano dal diagramma riprodotto nella figura 2.

I valori del rendimento e del fattore di potenza a diverse tensioni sono indicati nel diagramma della figura 3; sono dedotti gli attriti nei sopporti dell'asse e quello del contralbero ad ingranaggio.

Il motore di cui parliamo è destinato per una locomotiva per treni merci (vedi tavola 41) funzionante sul tronco ferroviario di prova Oranienburg (ferrovie dello Stato prussiano).

Questa locomotiva comprende due sezioni a due assi accoppiati tra loro; in ciascuna sezione possono venir montati due motori. Attualmente però, funzionano soltanto tre motori sviluppanti uno sforzo di trazione più che sufficiente alle esigenze del servizio.

Dagli archetti di presa dalla linea, la corrente ad alta tensione passando nella cabina dell'alta tensione arriva al trasformatore che fornisce la corrente per i motori principali, per quelli della pompa d'aria, per il ventilatore, per la luce e pel riscaldamento della vettura.

Le manovre del trolley si effettuano dalla cabina del manovratore (a destra in alto nella tavola); l'interruzione della corrente si effettua con un interruttore nell'olio con comando a mano ed anche automaticamente nei casi di sovracarico.

Nella cabina si nota inoltre uno scaricafulmini a cilindretti ed un apparecchio di messa a terra di tutto il circuito ad alta tensione.

La corrente ai motori viene regolata con un dispositivo a comando elettro-magnetico che va ad agire sul trasformatore principale e su quello dell'eccitazione. Nella stessa cabina sono disposti i morsetti dell'alta tensione, i trasformatori sull'eccitazione ed il trasformatore principale dei motori.

Nella seconda sezione della locomotiva sono installati i ventilatori che spingono l'aria attraverso i motori ed i trasformatori, la pompa d'aria col regolatore automatico ed il serbatoio dell'aria in pressione. Le cabine dei manovratori sono chiuse verso l'interno delle vetture.

La trasmissione dei 350 HP mediante ingranaggi parve a prima vista un problema piuttosto arduo; però nel fatto con una scelta adatta delle dimensioni dei denti e della qualità del materiale si riuscì ad ottenere una trasmissione silenziosa ed a ridurre al minimo l'usura dei denti stessi. La locomotiva ha una lnnghezza totale di 14 metri ed un peso di 58 tonn. che arriverà a 65 tonn. quanto verrà montato anche il quarto motore; tutto il materiale elettrico verrà a pesare circa 32 tonn., di cui per i motori della potenza normale di 1000 HP e massima di 1400 HP, circa 23,2 tonnellate compresi i contralberi ad ingranaggio. A questo riguardo sarà utile ricordare come nelle nuove locomotive della Valtellina della ditta Ganz con una potenza massima per Km. ora di 1500 HP, il peso del motori raggiunga le 25 tonnellate circa.

Invece un motore monofase da 1000 HP di potenza, adatto per ruote di 1500 mm. viene a pesare circa 11 a 12 tonn. che riferito al cavallo riesce più pesante di un motore trifase del tipo adottato sulla ferrovia della Valtellina della potenza di 1500 HP e che pesa 15,4 tonn. E questo fatto del maggior peso per unità di forza dei motori monofasi rispetto ai trifasi è causato dall'aggiunta nel primo caso del collettore e del relativo gruppo di spazzole; però a vantaggio del motore monofase sta il fatto che i motori possono funzionare di conserva per qualunque velocità di marcia il che non è ottenibile con motori trifasi, cosicchè una locomotiva a due motori del tipo suddescritto può sviluppare una potenza di 2000-2500 HP superiore assai a quella data da locomotiva con motori trifasi; la differenza di peso nei due casi varia da 24 a 24,8 tonn.

Una migliore utilizzazione del peso aderente in confronto della disposizione della figura 1, si avrebbe negli schemi della figura 2 rappresentanti una locomotiva a 4 motori da 500 HP ognuno collegati agli assi mediante bielle.

I motori possono venir spostati rispetto al telaio per modo che le bielle non vengono a sopportare urti di natura meccanica, e possono essere tenute più corte, disponendo gli assi motori un po' più alti delle sale della vettura.

Con questa disposizione i motori da 500 HP possono facilmente venir montati su chassy per binari normali con diametro di ruota di 1100 mm.

Nella figura 3 è rappresentato un'altro schema di locomotiva monofase, a quattro carrelli coi singoli assi azionati direttamente dai motori.

La disposizione interna del macchinario elettrico è del resto identica a quella adottata nelle locomotive precedentemente descritte e precisamente sono contrassegnati con *a* i trasformatori di potenza ad olio e raffreddamento ad aria, *f* la pompa d'aria, *b* i trasformatori d'eccitazione e le bobine d'induzione.

Presenta un certo interesse la tabella che segue, nella quale sono paragonati i diversi tipi di locomotive per corrente continua e alternata trifase e monofase.

Sulla determinazione del calore specifico del ferro. — Qualunque sia il metodo col quale viene determinato il calore specifico di un corpo, il susseguirsi delle operazioni sarà necessariamente il seguente: riscaldamento di un provino del corpo di prova fino ad una data temperatura e immersione successiva in un mezzo adatto ad assorbire il calore acquistato dal provino ed a permetterne una misura esatta. La quantità di calore può ad esempio venir misurata in quanto esso ha servito ad aumentare la temperatura di un'altra sostanza; conoscendosi il calore specifico di questa si determina facilmente la quantità di calore ceduta dal corpo in prova e da questa il calore specifico.

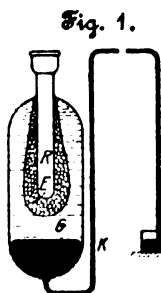



Fig. 1.

Invece di determinare un'aumento di temperatura, la quantità di calore acquistata dal corpo in prova può essere diretta a stabilire una variazione dello stato di aggregazione di un dato corpo, ad esempio determinarne la fusione; essendo nota la temperatura di fusione e potendosi misurare la quantità del prodotto di fusione, si potrà anche facilmente ceduta determinare la quantità di calore ceduta dal corpo.

In quanto sopra, sono espressi per sommi capi i due metodi principali per la determinazione del calore specifico dei differenti corpi e precisamente il processo per miscela e quello di fusione del ghiaccio, (calorimetro a ghiaccio Bunsen). Col processo a miscela si lascia cadere in un recipiente d'acqua della quale si conosce il peso e la temperatura, il corpo di cui si vuol determinare il calore specifico e del quale sono noti il peso e la temperatura; si misura l'aumento di temperatura dell'acqua del calorimetro e da questo e dal calore specifico noto dell'acqua, si ricava quello del corpo sottoposto alla prova.

L'altro metodo basato sulla liquefazione del ghiaccio è per sommi capi il seguente:

Il corpo sottoposto ad esperimento, di peso e temperatura noti, viene portato in intimo contatto con del ghiaccio puro in modo che esso venga a cedere il calore immagazzinato determinando il fondersi di una certa quantità di ghiaccio; dal calore di fusione del ghiaccio che è di circa 80 cal. e dalla quantità di ghiaccio fuso si arriva al calore specifico cercato.

Per la determinazione del peso del ghiaccio fuso, Bunsen utilizzava (1870) la differenza dei pesi specifici dell'acqua e del ghiaccio a 0° C.; nella fusione del ghiaccio in acqua ha luogo una diminuzione di volume, ed il problema si riduce quindi ad una misura esatta della diminuzione di volume intervenuta. Una disposizione schematica dell'apparecchio Bunsen è riprodotta nella figura 1; nel recipiente G del calorimetro che porta sul fondo un tubo capillare ripiegato in alto, è disposto un tubo cilindrico R chiuso in basso; nella parte superiore del recipiente G si trova dell'acqua in quella inferiore e nel tubo capillare, del mercurio.

Attorno al tubo R si viene a creare, immettendovi una soluzione frigorifera, uno strato di raffreddamento E. Lasciando cadere il corpo di prova riscal-

	B. O. 1895	B. O, 1903	N. Y. C.	Ganz e C.	Brown-Boveri e C.	Pennsylvania R. R.	Allgemeine Elektricitäts Geselschaft. raffreddamento naturale	a ventilazione forzata	a ventilazione naturale
NATURA DELLA CORRENTE	Corrente continua	Corrente continua	Corrente continua	Corrente alternata 15 periodi 1″	Corrente alternata 15 periodi 1″	Corrente monofase 15 periodi 1″	Corrente monofase 25 periodi 1″	Corrente monofase 15 periodi 1″	Corrente monofase 25 periodi 1″
Larghezza tra i respingenti mm.	10700	9000	11350	11540	12320	9450	13000	14140	14000
Interasse ruote motrici . . .	4106	4450	3300	4700	4900	2280	4900	6600	4000
Diametro » » . . .	1560	1070	11200	1500	1640	1830	1500	1400	1100
» » portanti . . .	—	—	925	850	850	915	900	—	—
Peso utile d'attrito . . tonn.	87	80	62.5	3 × 14 = 42	3 × 14 = 42	45.2	48	64	64
Numero degli assi motori VI. M	4	4	4	3	3	2	3	4	4
» totale degli assi . .	4	4	6	5	5	4	5	4	4
Peso della parte mecc. . tonn.	—	60	—	—	34	—	31.5	33.2	31.5
» » » elett. . »	—	20	—	—	28	—	33.5	31.8	32.5
Peso totale . . . . . . »	87	80	86	62	62	65.5	65	65	64
Potenza della locomotiva: continua HP	—	—	—	—	900	750	1120	1000	1120
per 1 ora »	4 × 360 = 1440	4 × 200 = 800	4 × 550 = 2200	1500	—	1000	2000	1400	2000
massima »	—	—	4 × 750 = 3000	1660	2300	2000	3500	2100	3500
Peso dei motori . . . tonn.	—	15.6	—	24.8	21.5	17.7	24	23.2	22.4
Giri normali del motore . n.	—	300	330	225 (150)	220	236	250	450	375
Gradi di velocità	—	da 14 a 38.5	64 fino 106-130	da 25 fino a 42 e 64	da 34 fino a 68	da 30 a 100 77 normali	da 30 a 100 70,5 normali	da 14 a 600 31,3 normali	da 30 a 100 78 normali
Sforzo di trazione riferito alla potenza-ora . . . Kg.	19000	15500	9500	6400 (7700)	—	3320	7650	13200	7000
Sforzo di trazione massimo »	27000	18000	15900		14000	9100	11500	18600	10500

dato nel tubo R, parte del ghiaccio si fonderà e poichè il volume specifico dell'acqua di fusione è minore di quello corrispondente del ghiaccio preesistente, si avrà un richiamo di mercurio nell'interno del recipiente G La quantità di mercurio aspirato nel calorimetro costituisce un dato importante di determinazione del numero delle calorie cedute; la determinazione si fa per doppià pesatura della bacinella contenente il mercurio.

La precisione nei dati di quest'esperienza dipenderà;

1°.) Dalla precisione nella misura della temperatura.

2°.) Dalla uniformità nel grado di riscaldamento.

3°) Dalla rapidità della manovra di passaggio del corpo riscaldato nel calorimetro.

4.°) Dalla rapidità di cessione del calore nel calorimetro stesso.

5.°) Dall'isolamento del recipiente del calorimetrico da influenze esterne.

Per cui se in generale il procedimento è piuttosto complesso, esso può dare per il ferro anche dei risultati erronei in quanto questo, sia durante il riscaldamento che nel periodo di raffreddamento nel calorimetro, può subire modificazioni qualora l'operatore non segua determinate regole esecutive dell'esperienza, dovute alla grande affinità coll'ossigeno proporzionale all'aumento di temperatura. Ora è noto che il calore specifico degli ossidi di ferro è maggiore di quello del ferro, cosicchè l'ossidazione del provino d'esperimento può determinare errori grossolani.

Si è cercato di ridurre queste cause d'errore migliorando la costruziona zione anche ai progressi verificatesi nella costruzione degli apparecchi di

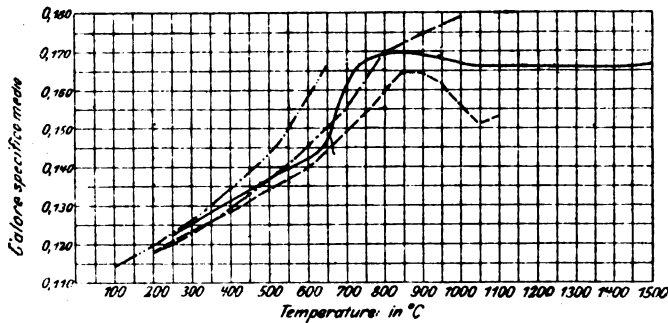
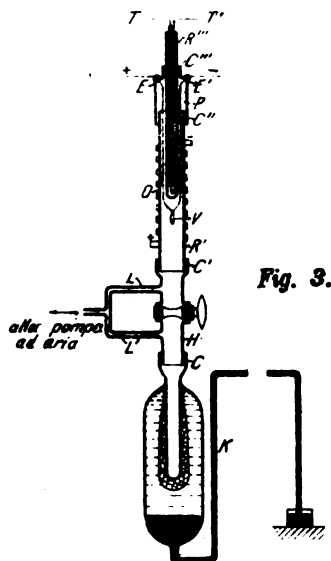
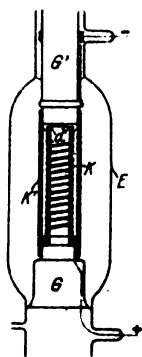
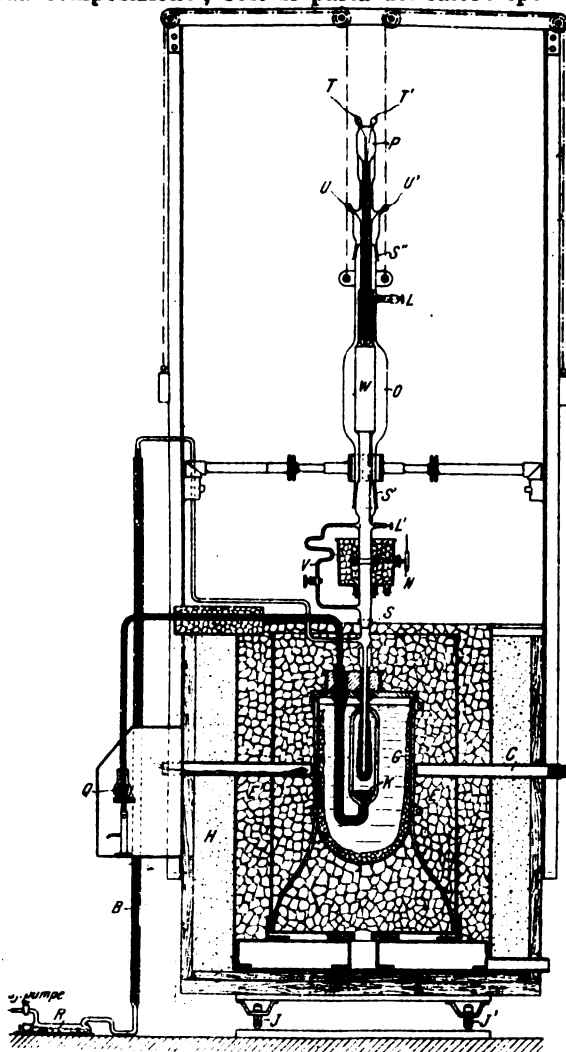



Fig. 2.

misura delle temperature e riscaldamento tanto da raggiungere temperature di prova molto elevate. Si pensò di rivestire il ferro in prova con una sostanza che non permettesse il passaggio dell'ossigeno anche ad altissima temperatura; si utilizzarono a questo scopo il platino, il quarzo, la porcellana ecc. Epperò i risultati che si ottennero non corrisposero in alcun modo alle previsioni, per il fatto che il materiale di rivestimento permetteva sia pure in piccola parte il passaggio all'ossigeno, sia anche perchè essendo il calore specifico di alcune sostanze impiegate superiore a quello del ferro in prova, ne veniva di conseguenza che il calore ceduto

dal rivestimento essendo tutt'altro che trascurabile, rendeva erronei i risultati.

Data la difficoltà di queste prove non è possibile constatare una corrispondenza perfetta dei valori trovati dai diversi sperimentatori, tanto più trattandosi di prove sul ferro, del quale nei trattati e nei manuali non si dà mai nè la natura, nè la sua composizione; così si parla del calore spe-

cifico del ferro indicando raramente se si tratta di ghisa, di ferro dolce, d'acciaio ecc. e valga ad esempio il diagramma della figura 2 nel quale sono portati i valori ottenuti dai tre sperimentatori Pionchon, Stücker e Harker che in special modo si occuparono del calore specifico del ferro.

Un nuovo calorimetro costruito con speciale riguardo alla determinazione del calore specifico del ferro è dovuto all'ing. Oberhoffer basato su un metodo calorimetrico a vuoto.

In linea generale questo nuovo metodo di prova comprende un mezzo di riscaldamento del provino, per esempio un provino tubolare riscaldato elettricamente mediante resistenze e munito di un dispositivo di misura della temperatura e di sospensione del provino, e finalmente un calorimetro identico a quello della figura 1.

La figura 3 rappresenta lo schema del nuovo calorimetro Oberhoffer; in essa si rileva subito come tra il calorimetro K ed il forno elettrico *o* (tubo R' con avvolgimento di fili platino) sia stato inserito un raccordo a robinetto H che ha lo scopo di impedire una irradiazione di calore al calorimetro, restando questo robinetto chiuso durante la fase di riscaldamento del forno.

Superiormente ed inferiormente al robinetto è disposta una derivazione che va alla pompa d'aria. Il raccordo a robinetto è avvitato a tenuta d'aria col tubo di riscaldamento in C' e col calorimetro in C.

In testa al tubo di riscaldamento è avvitato a tenuta d'aria un raccordo di chiusura P al quale sono saldati due fili di platino che si prolungano fino alla mezzaria circa del tubo e sono ripiegati ad uncino al quale viene fissato un sottilissimo filo di platino che sostiene alla sua volta il corpo di prova. Questo viene liberato al momento opportuno per il fatto che inserendo i fili di sostegno in un circuito elettrico il filamento leggerissimo che trattiene il corpo per la resistenza opposta al passaggio della corrente viene fuso liberando il corpo di prova che va a cadere direttamente nel calorimetro sottostante. Questa disposizione venne ideata da Harker,

Per la misura della temperatura serve il termo-elemento T T' disposto a tenuta d'aria in un pozzetto R''.

L'apparecchio che servì per le prove è riprodotto in sezione nella fig. 4; nel diagramma della fig. 2 si possono rilevare i valori ottenuti.

Fresatrice portatile per binari ferroviari. — Una macchina che è di grande utilità nei lavori di posa e di adattamento dei binari ferroviari è la fresatrice portatile che rappresentiamo nelle figure 1 e 2; colla macchina cui accenniamo si lavorano alla fresa le superfici di giunzione delle rotaie quando non presentano un risalto dovuto sia alla cattiva messa in opera, sia a spostamenti permanenti causati dal passaggio dei treni.

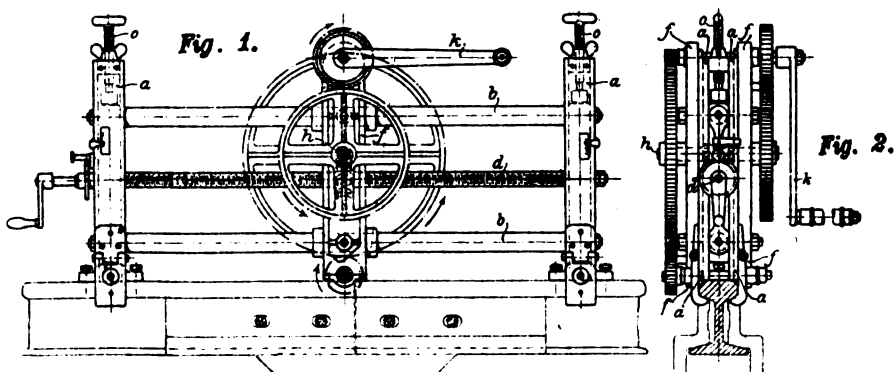
Si deve notare come questo lavoro di fresatura si renda quasi indispensabile colle velocità assunte oggigiorno dai treni diretti.

Generalmente per livellare queste differenze d'altezza delle rotaie nei punti di giunzione, si usano oggigiorno delle piallatrici per rotaie che comportano un lavoro lungo e difficile, senza notare che l'utensile della pialla dopo aver lavorato 20 teste di rotaie al massimo deve venir sostituita.

Il tipo di fresa per rotaie proposto dalla Schmirgel Maschinenfabrik A.

G. — Hainholz ha un peso relativamente ridotto e può venire fissata alla rotaia che si vuol lavorare, con grande facilità tanto che stando a quanto comunica la Zeitsch. deutscher Ingegnieure non è affatto necessario di interrompere il servizio sulla linea in riparazione.

Comprende quali organi principali due montanti *a* che vengono fissati con ganci a vite alla rotaie nel punto che si vuol lavorare, il porta utensili e la fresa propriamente detta.

Il porta utensile è costituito da una robusta intelaiatnra *f* che può venir spostata mediante la vite *d* lungo le guide portanti *b*. Le viti *o* disposte

sul telaio porta utensile permettono di dare al porta utensile stesso una diversa inclinazione a seconda dei casi.

La fresa viene azionata a mano mediante la manovella K che va ad azionare due copie di ruote dentate; gli assi dei contralberi a ruote dentate sono montati su sopporti a sfere.

Sull' albero *h* è calettata una vite perpetua che comanda una ruota dentata fissata alla vite di guida del telaio e che determina gli spostamenti laterali dell' utensile.

Le tenaglie di arresto normali si adattano direttamente a rotaie di 72 mm. di larghezza di testa; epperò possono servire mediante appositi spessori anche per rotaie di 58 mm. di testa.

Processo per estrarre dal legno le materie tanniche, l' alcool, la cellulosa. — Il legno ridotto in trucioli è dapprima fatto bollire in acqua alla temperatura di 100° C. oppure in recipiente chiuso alla pressione di 2 atmosfere se si devono estrarre delle materie tanniche: quindi i trucioli vengono fatti bollire sia con acqua satura di acido solforico, in vaso chiuso alla pressione di 8 atmosfere. Si ottiene in tal guisa dal 15 al 20 per cento di materie estrattive, che vengono quindi trattate con i soliti processi impiegati nell' industria dell'alcool o altrimenti, a fine di ottenerne l' alcool etilico. Ottenuta l' estrazione, la massa residuale di trucioli è trattata col processo al solfito a fine di ottenerne della cellulosa.

Nel processo in parola il legno da trattare è ridotto in trucioli, come usasi nella industria della carta; quindi questi vengono introdotti in recipienti di ferro con ricoprimento di rame, disposti in serie di otto elementi ciascuno.

Per l'estrazione si procede con gli ordinari processi talchè si ottengono contemporaneamente delle materie tanniche, delle materie estrattive per la produzione dell'alcool ed infine della cellulosa.

Mediante appositi dispositivi, il liquido di estrazione può essere travasato da un recipiente ad un altro e percorrere tutta la batteria prima di venir immesso nell'apparecchio di depurazione e di ebollizione a vuoto.

Dopo l'estrazione delle materie tanniche, si introduce nella batteria il liquido per ottenere le materie estrattive e quindi una lisciva di solfito o di solfato. La manipolazione può eseguirsi nella maniera seguente: mentre si vota il recipiente n.° 1, la lisciva di solfito (o di solfato) passa nel recipiente n.° 2 e nel n.° 3; il liquido per ottenere le materie estrattive passa nel recipiente n.° 4 e nel n.° 5, l'acqua per l'estrazione delle materie tanniche passa nel n.° 6 mentre i numeri 7 ed 8 vengono riempiti. Il numero dei recipienti da impiegarsi dipende dal grado d'estrazione che si vuol raggiungere, d'ordinario esso varia da 8 a 16.

Secondo una modificazione apportata al processo descritto si può impiegare la massa residuale, come combustibile o altrimenti.

Delle moderne macchine frigorifere. Sono noti tre processi diversi per la produzione del freddo, basati sui tre concetti scentifici noti, quali; irradiazione, variazione di stato (soluzioni), espansione.

La prima sorgente di freddo si riscontra su tutta la superficie del globo in quanto la formazione dei ghiacciai è dovuta appunto a fenomeni di irradiazione.

Il secondo concetto teorico della variazione di stato (soluzione) rende ancora oggigiorno possibili delle applicazioni pratiche di una certa impor-

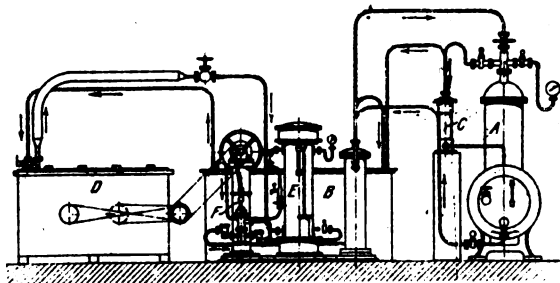



Fig. 1.

tanza, che però non possono paragonarsi a quelle utilizzanti il principio dell'espansione di alcuni determinati gas.

Prima di venir a parlare dei compressori va ricordato un sistema di impianto che qualche decennio fa era generalmente adottato e col quale la produzione del freddo era affidato a macchine nelle quali l'ammoniaca veniva assorbita dall'acqua. Nella costruzione di queste macchine si era specializzata la ditta Littmann di Halle che anche recentemente ebbe a fornire ad una fabbrica di birra una macchina ad assorbimento capace di di 180000 frigorie.

Basato sullo stesso principio della macchina a compressione è lo schema dell'apparecchio ad assorbimento d'ammoniaca rappresentato nella fig. 1; nel serbatoio dell'ammoniaca A è disposto un fascio di tubi che viene attraversato dal vapore; in tal modo l'ammoniaca mescolata all'acqua del serbatoio evapora e passa nell'essicatore C che elimina l'umidità trascinata dal gas.

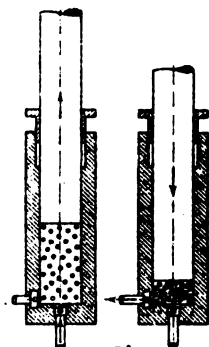



Fig. 2.

Il gas d'ammoniaca così essicato passa dippoi nel serbatoio del condensatore B dove il gas viene di nuovo a liquefarsi sotto l'azione raffreddante dell'acqua e per effetto della pressione.

Il gas liquefatto, attraversando una valvola di regolazione, è inviato nel serpentino del corpo refrigerante D dove per effetto dell'espansione determina un forte abbassamento di temperatura di una soluzione di cloruro di sodio.

Susseguentemente i gas vengono guidati nell'apparecchio E dove ha uogo l'assorbimento dei gas d'ammoniaca; questo apparecchio è raffreddato artificialmente con una circolazione d'acqua che assorbe il calore

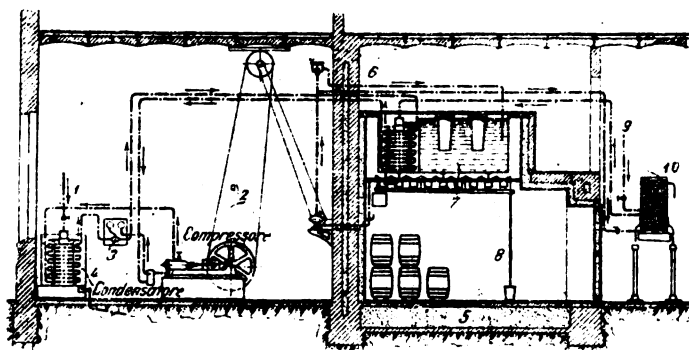



Fig. 3.

sviluppatosi durante la fase di assorbimento. Il liqnido ricco d'ammoniaca viene rimandato da una pompa F nel serbatoio principale A, dove ha inizio il nuovo ciclo di circolazione.

Oggigiorno però il sistema ad assorbimento d'ammoniaca va considerato come antiquato quantunque dal punto di vista del consumo ridotto d'energia venga ancora in molti casi vantaggiosamente applicato.

Le macchine frigorifere moderne sono basate su un principio affatto diverso che può riassumersi come segue: si supponga riempito di gas il cilindro della figura 2 e supponiamo di rappresentare la temperatura e rispettivamente la quantità di calore di questo gas in forma di piccole sferette. Riducendo per effetto dell'avanzamento dello stantuffo il volume del gas le sferette rappresentanti la quantità di calore verranno ad essere più vicine le une alle altre ed in altre parole la temperatura del gas viene ad aumentare fortemente. Una sottrazione di calore del gas compresso mediante circolazione l'acqua può venir rappresentata come una dispersione verso l'esterno di molte delle sferette che prima trovavansi nell'interno del cilindro; se quindi si riporta lo stantuffo nella posizione primitiva, l'interspazio fra le sferette di calore sarà notevolmente aumentato il che equivale a dire che il gas sarà più freddo di quanto non lo fosse prima e quindi in grado di assorbire calore dai corpi circostanti.

Come mezzo di trasmissione del freddo si sono dimostrati specialmente adatti l'acido carbonico, l'ammoniaca, l'acido solforoso. Nell'impianto si distinguono tre apparecchi speciali, il compressore, il condensatore ed il refrigerante; il primo serve per la compressione del gas, il secondo per sottrarre al gas stesso il calore e determinarne la liquefazione; nel terzo ha luogo invece l'espansione del gas ed il conseguente assorbimento di calore.

Prove di consumo su un motore Diesel a grande velocità. — La nota ditta costruttrice di macchine Augsburg e Nürnberg A. G. che già da molto tempo si occupa della costruzione di motori Diesel per impianti fissi, ha lanciato recentemente sul mercato un nuovo tipo di motore a grande velocità specialmente adatto per imbarcazione e per quegli impianti dove lo spazio difetta.

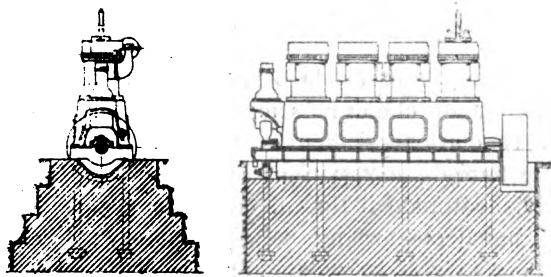



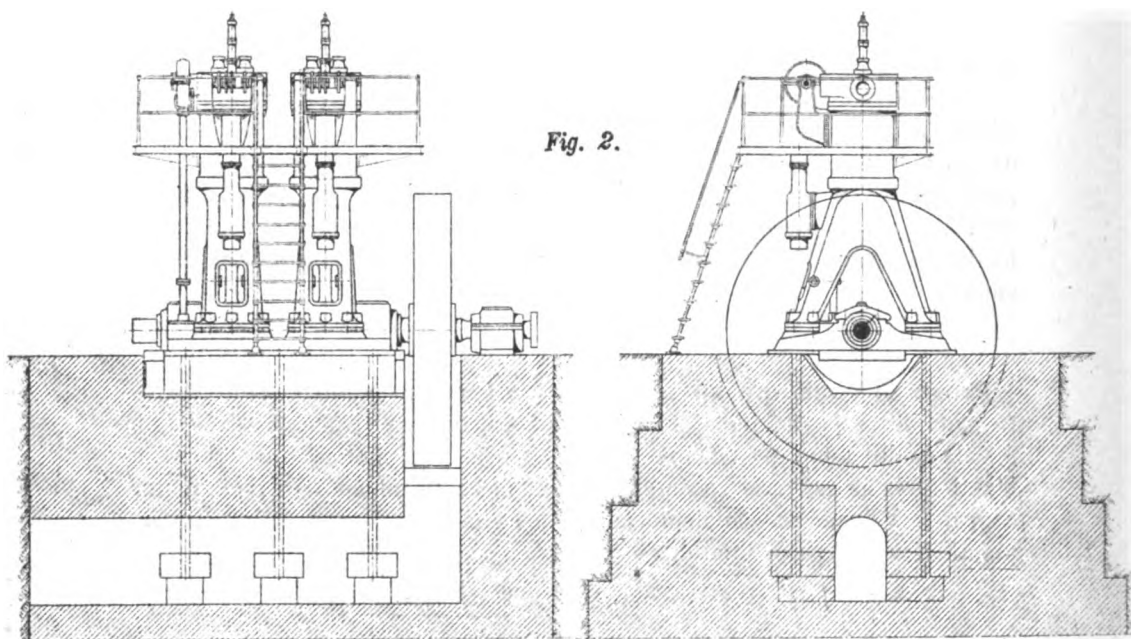
Fig. 1.

È appunto di questo tipo il motore rappresentato schematicamente nella figura 1 della potenza di 300 cavalli a 400 giri al minuto.

Sull'incastellatura di base a cassa ermeticameute chiusa che porta i sopporti dell'albero principale delle manovelle a 180, vengono a poggiare

i quattro cilindri del motore, mentre nello stesso piano longitndinale del motore, è disposta la pompa ad aria a doppia camera che serve i quattro cilindri. Le quattro pompe d'alimentazione del combustibile raggruppate insieme, sono azionate dall'albero che comanda gli organi di distribuzione.

Di una grande semplicità sono pure i meccanismi per la lubrificazione e per il raffreddamento; per la prima, vennero progettate due pompe per l'olio comandate dall'albero principale della macchina mentre una disposizione consimile si adottò per l'acqua di circolazione; il calore irradiato dal motore è in tal modo ridotto al minimo possibile, condizione questa di essenziale importanza venendo questi motori installati in locali ristretti.

Fig. 2.

Il motore che stiamo descrivendo è speciale per imbarcazione e conseguentemente non è munito che di un semplice regolatore di massima velocità e quindi la vera regolazione si effettua a mano.

Paragonando le figure 1 e 2 si riconoscerà facilmente a quale risparmio di spazio si arrivi adattando il tipo di motore a grande velocità rispetto ad un motore di ugual potenza ma del tipo comune; il motore da 300 HP a grande velocità compresi un volano (grado di irregolarità 1 : 40) serbatoio del combustibile e dell'acqua di raffreddamento, dell'olio ecc. viene a pesare circa 10150 Kg. contro i 60000 Kg. di un motore di uguale potenza del tipo normale.

Per le prove di carico e rendimento del motore da 300 HP a grande velocità si predispose lo schema della figura 3, mediante accoppiamento diretto con una dinamo; si misurò l'intensità della corrente e la tensione

TABELLA I.

Giri al minuto	Potenza elettrica V	Potenza elettrica A	Potenza elettrica KW	Corrente d'eccitazione Amp.	Funzionamento a vuoto della dinamo: Corrente armatura Amp.	Funzionamento a vuoto della dinamo: Corrente nei magneti Amp.	Funzionamento a vuoto della dinamo: Tensione Volt	Funzionamento a vuoto della dinamo: Potenza KW	Potenza, dedotta metà del lavoro d'attrito dei sopporti KW	Perdite ohmiche nell'armatura KW	Perdite totali KW	Rendimento della dinamo η	Potenza sviluppata dal motore Diesel HP
256,8	148	881	130,5	10,5	33,0	10,57	166,8	7,27	5,8	10,6	16,49	88,8	199,6
306,6	201	779	156,8	13,5	41,6	13,4	208,8	11,5	9,3	8,1	17,42	90,0	236,5
402,4	225	885	199,2	9,7	37,4	9,63	242,4	11,4	9,1	10,5	19,65	90,9	297,5
498,9	215	1071	230,1	6,6	43,1	6,43	244,8	12,1	9,48	15,3	24,78	90,3	346,5
497,4	210	1072	225,1	6,5	43,1	6,43	244,8	12,1	9,48	15,3	24,78	90,1	340
498,3	205	1062	217,1	6,3	43,1	6,43	244,8	12,0	9,48	15,15	24,63	89,8	330
301,1	204	407	83,0	13,8	41,4	14,17	208,8	6,97	9,4	2,06	11,47	88,0	128,2
247,4	154	459	70,6	11,2	31.9	12,40	157,4	10,8	5,72	2,75	8,47	89,2	107,4
400,1	230	456	104,9	9,2	37,3	9,01	234,6	11,4	8,67	2,61	11,28	90,4	158
488,1	223	499	111,3	6,3	40,7	6,42	243	12,2	8,98	3,08	12,06	90,0	167
400,5	230	947	217,8	10,1	38,3	10,80	248,6	13,8	9,83	12,1	21,93	90,8	326
508,1	231	1154	266,7	7,5	42,3	7,46	279,2	—	10,94	17,9	28,84	90,4	401

con istrumenti convenientemente tarati e si tenne conto anche della perdita d'energia nei cavi costituenti il circuito (2 cavi di 6, 4 m. di lunghezza ed una sezione di 400 mmq.). Per la determinazione del rendimento della dinamo, questa venne resa indipendente dal motore e si misurò la potenza assorbita a vuoto alle varie velocità d'esperienza ed alle diverse tensioni.

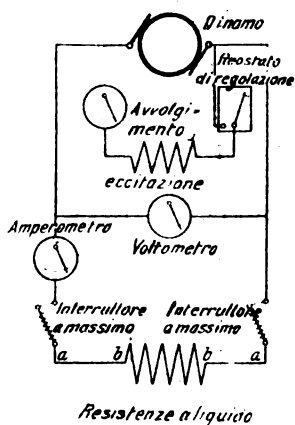



Fig. 3.

I risultati di queste prove sono raggruppati nella tabella 1.ª:

Se dalla potenza assorbita a vuoto, si deducono il lavoro di riscaldamento dell'armatura e la corrente d'eccitazione dei magneti, rimane ancora da una parte le perdite per isteresi e correnti parassite, e dall'altra le perdite nei supporti e quelle per attrito delle spazzole e per la ventilazione.

E poichè nelle prove, la dinamo era montata al posto del volano, una parte dell'attrito di questa va naturalmente caricata al motore; conseguentemente nel calcolo del rendimento, dal lavoro totale a vuoto venne sottratto $^1/_4$ comprendente le perdite per isteresi, correnti parassite e perdite meccaniche.

Il procedimento seguito nel calcolo, riuscirà più chiaro se trattato in un esempio; dati dalla prima prova.

Lavoro totale a vuoto: . $(33.0 + 10,57)\ 166,8 = 7,27$ kw.
Resistenza d'armatura . . . . $= 0,0143$ ohm,
Perdite nel rame d'armatura $33^2 . 0,0143$ . . . $= 0,0155$ kw
Corrente d'eccitazione dei magneti $10,57 \times 166,8$ $= 1,7600$ »
$= 1,7755$ kw

Per isteresi, correnti parassite e perdite meccaniche restano quindi $7,27 - 1,77 = 5,50$ kw; ed il lavoro a vuoto che si deve considerare nella determinazione del rendimento sarà di:

$$7,27 - \frac{5,50}{4} = 5,89 \text{ kw.}$$

Le perdite ohmiche risultano da:

$$0,0143\ (881 + 10,5 - 33,0)^2\ \frac{1}{1000} = 10,60 \text{ kw.}$$

e quindi le perdite totali nella dinamo:

$$10,6 + 5,89 = 16,49 \text{ kw.}$$

Per la determinazione del consumo di combustibile, sui tubi d'adduzione dell'olio erano inseriti dei recipienti con indicatori di livello nei quali veniva versato il combustibile previamente pesato.

TABELLA II.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Durata della prova . . . . . Ore	1, 16	1, 18	0, 83	0, 84	0, 85	0, 85	0, 53	0, 42	0, 49	0, 46	0, 53	0, 60
Giri del motore al minuto	256, 8	306, 6	402, 4	498, 9	497, 4	498, 3	301, 1	247, 4	400, 1	488, 1	400, 5	508, 1
Potenza indicata (detratto il lavoro delle pompe d'aria . . . . HP	242	296	390	441	408	—	184	148	224	249	399	—
Potenza effettiva del motore . . . »	199, 6	236, 5	297, 5	346, 5	340	330	128, 2	107, 4	158	167, 6	326	394, 5
Rendimento meccanico . . . . %	82, 6	79, 8	76, 2	78, 6	83, 3	—	69, 5	72, 6	70, 5	67, 2	81, 8	—
Consumo combustibile . . . a) per HP_i - ora (detratto lav.° pompe) gr.	144, 0	141, 5	137	143	151	—	127	130, 5	135	149, 5	147	—
Consumo combustibile . . . b) per HP_e - ora . »	188, 0	190, 5	195	201	203	209, 5	202, 5	200, 5	216, 5	250, 5	196, 5	210, 5
Consumo combustibile . . . c) per HP_e - ora (riferito a combustibile a 10000 calorie) . gr.	189, 5	192	196, 5	202, 5	204, 5	211	204	202	218	252, 5	198	212
Consumo acqua di raffreddamento per HP_e - ora . . . . Kg	31, 1	26, 2	26	25, 2	25, 6	—	—	—	—	—	—	—
Temperat. acqua raffreddamento: Ammissione . C°	13	13	13	13	13	—	—	—	—	—	—	—
Temperat. acqua raffreddamento: Scarico . . . »	33, 8	37, 5	37	38, 5	40	—	—	—	—	—	—	—
Gas di scarico: Temperatura . . C°	328	369	390	443	441	425	222	205	258	325	406	—
Gas di scarico: Carbonio . . . %	6, 8	8, 3	8, 4	9, 7	9, 4	—	4, 5	4, 4	4, 6	4, 8	9, 6	—
Gas di scarico: Ossigeno . . . »	8, 4	—	8, 0	6, 2	7, 0	—	13, 8	14	13, 2	12, 6	8, 4	—
Potere calorifico per Kg . . Calorie	10070	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Calore impiegato: per HP_i - ora . »	1452	1426	1380	1442	1521	—	1278	1315	1361	1507	1482	—
Calore impiegato: per HP_e - ora . »	1893	1918	1964	2024	2044	2110	2039	2019	2180	2523	1979	2120

Nelle analisi eseguite sui provini del combustibile impiegato si rilevò la seguente composizione:

Carbonio	86.41	%
Idrogeno	12,66	»
Zolfo	0,85	»
Ossigeno + Azoto . . .	0,08	»

con un potere calorifico minimo di 10070 calorie.

Sui tubi di scarico dei cilindri vennero disposti dei termometri per la misura delle singole temperature dei gas e si procedette anche ad un'analisi dei gas stessi atta a stabilire le percentuali di carbonio ed ossigeno.

Si misurò inoltre le quantità d'acqua impiegata per il raffreddamento, rilevando anche con termometri a mercurio le temperature all'ammissione ed allo scarico.

Tutti i risultati principali d'esperienza sono chiaramente esposti sulla tabella n.° 2.

Il funzionamento normale del motore era previsto per una potenza di 300 HP a 400 giri al minuto, tuttavia la Casa costruttrice prese come base nel calcolo delle parti meccaniche del motore un massimo di velocità di 500 giri al minuto.

I risultati più importanti sono certamente quelli riguardanti il consumo di combustibile per cavallo effettivo-ora; questo varia secondo la tabellla 2.ª entro limiti molto ristretti. Con 250 giri circa al minuto, il consumo di combustibile fu di 189,5 grammi: a 300 giri, di 192 gr. ed a 400 giri al minuto, di 196,5 gr. Quindi nei limiti costruttivi del motore, l'aumento di consumo di combustibile risulta in:

$$100 \frac{196.5 - 189,5}{189,5} = 4 \%$$

e questo aumento è facilmente spiegabile dato il maggior lavoro assorbito dalla pompa d'aria e dall'aumento delle perdite di pressione.

Le prove a 500 giri diedero un consumo medio di 203,5 gr. con un aumento percentuale di:

$$\frac{203.5 - 189,5}{189,5} = 7,4 \%.$$

I rendimenti meccanici del motore risultarono per le prove con un grado d'ammissione, normale a 250 e 500 giri al minuto, dell'80 % e nelle prove a metà carico del 70 % in media.

Radiotelegrafia sistema Poulsen (1). Vedi Tav. 42. — L'ingegnere danese Valdemaro Poulsen, il geniale inventore di quel geniale apparecchio che fu chiamato il *telegrafono,* perchè scrive i suoni e la parola, e li

(1) Conferenza sperimentale tenuta agli ufficiali del presidio di Roma nell'aula dell'Istituto superiore telegrafico il 30 marzo 1908.

trasmette poi e ripete a volontà, ed anche a grandi distanze mediante fili conduttori, doveva rivesgliare ancora una volta l'attenzione del mondo scientifico con un'altra felicissima trovata del suo ingegno: col suo arco per oscillazioni a grandissima frequenza, il quale costituisce il perno su cui s'incardina il sistema di radiotelegrafia di cui intendiamo occuparci.

Ed allorquando il Poulsen rese noto al mondo l'esito delle sue esperienze il giorno in cui, ai molti e valenti tecnici che, per varie vie, si arrovellavano il cervello alla laboriosa soluzione di uno dei problemi più interessanti della radiotelegrafia, egli disse: « ho trovato! », fu ovunque un grido di ammirazione per lui, un plauso vivissimo alla nuova e felice idea, che tanto orizzonte discopriva nelle applicazioni del nuovo sistema di comunicare per mezzo delle onde eteree.

Ma, per rilevare tutta l'importanza della sua scoperta, è necessario di ben definire la meta cui tendevano da tanto tempo le ricerche di tanti; e mi è quindi d'uopo stabilire alcuni principi dei quali ci occorre avere la cognizione, essendo essi fondamentali per la concezione del fenomeno radiotelegrafico.

Ognuno di noi sa che, non si tosto venga abbassato il tasto manipolatore di una stazione radiotelegrafica ordinaria, fra le due sferette metalliche dello spinterometro della stazione stessa si produce uno scroscio rumoroso di scintille, al quale, diciamo, corrisponde una emissione di onde elettriche dell'areo di quella stazione. Che cosa intendiamo di esprimere con ciò!

Per rispondere a questa domanda supponiamo per un momento di avere sospeso nell'aria un filo metallico verticale completamente isolato dalla terra, cui però, colla sua estremità inferiore, trovasi ravvicinato. Questo filo sia carico di elettricità, poniamo negativa. Seguendo le moderne ipotesi sulla genesi dei fenomeni elettrici, diremo che sopra quel filo abbiamo una sovrabbondanza di masse elettriche, che chiamiamo *ioni negativi* o *elettroni*, mentre che sul terreno circostante, per difetto di questi elettroni, si verificherà una carica positiva.

Supponiamo che il filo venga improvvisamente ad essere posto in comunicazione col suolo attraverso una scintilla elettrica, la quale scocchi tra il suolo stesso e l'estremità inferiore del filo. Naturalmente il sovrappiù di elettroni tenderà a scaricarsi dal filo alla terra. Ma gli elettroni sono vere masse aventi un peso proprio e, come qualunque massa, presentano quel fenomeno dell'inerzia, pel quale, essendo posti in movimento non si arresteranno una volta giunti al suolo, ma proseguiranno nel loro cammino dentro al terreno, comunicando a questa una carica negativa, e per converso al filo una carica positiva. Ne conseguirà un riflusso degli elettroni del terreno al filo, e quindi una nuova tendenza nel sistema a porsi in equilibrio attraverso la scintilla, ed il fenomeno si ripeterà sino a tanto che non siasi dissipata l'energia di movimento degli elettrodi e non venga a mancare la scintilla, che collega l'estremità inferiore del filo isolatore colla terra. Vediamo perciò che il fenomeno si traduce in un rapido flusso e riflusso di elettricità, che entra ed esce dal filo, fenomeno che definiamo col dire che *il filo stesso è sede di oscillazioni elettriche.*

Che cosa intanto è accaduto nell'ambiente che circonda questo conduttore isolato nell' aria?

Per effetto di queste rapide oscillazioni elettriche nel filo, lo spazio, o meglio l'etere dello spazio al filo circostante, risente nei suoi vari punti degli impulsi a vibrare elettricamente e magneticamente. E poichè l'etere è elastico, eminentemente elastico, gli impulsi ricevuti da uno dei suoi punti saranno trasmessi subito ai punti vicini, e così via rapidamente in ogni direzione attorno al filo, e con velocità che si è riconosciuta essere uguale a quella della luce, cioè di circa 300 000 km. al minuto secondo, In quale modo precisamente abbia luogo la trasmissione dell'energia irradiata dal filo attraverso lo spazio, non ancora è bene stabilito, e molte sono le opinioni al riguardo. D'altra parte non è per noi ora il caso di entrare nel merito di queste varie opinioni, e ci basti sapere che per tale modo si creano attorno al filo vibrante quelle che chiamiamo *le onde hertziane*, le quali nel loro cammino raggiungeranno, ad esempio, un altro filo isolato verticalmente nell'aria, creando in esso delle differenze di carica elettrica nei suoi vari punti, e quindi delle oscillazioni elettriche analoghe a quelle di cui abbiamo parlato e che si verificano nel filo trasmittente.

Ciò premesso, consideriamo più attentamente quello che avviene in una stazione radiotelegrafica ordinania trasmettente. Questa, nella sua più semplice espressione, si compone di un *aereo*, ossia di un conduttore isolato nell'aria; di un trasformatore statico, ovvero di un rocchetto di Ruhmkorff, destinato a determinare lo squilibrio di carica fra l'areo e il terreno della sorgente di energia elettrica per alimentare il trasformatore di un tasto manipolatore (fig. 1.ª, tav. 42). L'aereo può comunicare col terreno solamente allorchè, per effetto del trasformatore, il dislivello di carica fra l'aereo ed il suolo è divenuto tale da dar luogo a una scintilla tra due sferette metalliche, delle quali una comunica coll'aereo e l'altra col terreno.

Abbassiamo ora il tasto manipolatore per tratte di tempo; come già dicemmo, fra le due sferette si ha uno scroscio rumoroso di scintille, le quali al nostro occhio. appaiono siccome una linea luminosa continua. Ma così non è. Se mediante mezzi opportuni, quali effettivamente in pratica si possono avere a disposizione, noi fotografassimo quel nastro di luce, lo vedremmo costituito da una serie di gruppi luminosi seguentisi l'un l'altro con lunghi intervalli di oscurità, e ciascuno di essi ci risulterebbe composto di poche macchiette brillanti, ma di luminosità rapidamente decrescente dall' iniziarsi di un gruppo al suo terminare.

(Continua)

BIBLIOGRAFIA

Zeitschrift für Bauwesen. — Pubblicazione mensile del Ministero dei lavori pubblici prussiano. — Testo in quarto grande e Atlante in foglio. - Berlino, Wilhelm Ernst und Sohn, Wilhelmstrasse 90. - Fascicoli VII, VIII e IX. Anno 1908.

Sono stati pubblicati in questi giorni i fascicoli VII, VIII e IX dell'annunciato periodico; essi contengono le Memorie seguenti:

C. Vohl in Berlino, *Il nuovo Tribunale criminale in Berlino-Moabit.* Memoria con 24 figure nel testo e 7 tavole nell'Atlante; il fabbricato è una costruzione nuova che occupa una superficie di circa 16 000 metri q., dei quali 4350 m. per cortili, quattro grandi e sette piccoli. La Memoria premette alcuni cenni introduttori, poi tratta gli argomenti seguenti: l'ubicazione del fabbricato; programma della costruzione; disposizione delle piante; esecuzione del lavoro, architettura esterna; natura del suolo e dei materiali murari; soffitti e impiantiti, — la Memoria sarà continuata nei fascicoli successivi.

H. von Behr, *La Porta Nigra in Trier.* È noto che la Porta Nigra costituisce uno dei più bei monumenti rimasti dell'opera Romana in Trier e come tale è sempre stata considerata; essa però merita di essere studiata anche in rapporto alle sue relazioni col Medio Evo in cui servì di chiesa, ed è appunto ciò che l'A. fa in questa memoria accompagnata di 8 fig. nel testo e che sarà continuata nei fascicoli successivi.

E. Ehrhardt, *Le due cripte del Duomo di Brema* con 9 figure nel testo e 2 tavole nell'Atlante. Il Duomo è una costruzione dell'epoca in cui Carlo Magno impose il Cristianesimo colla spada a quelle popolazioni pagane, ed offre molte cose interessanti, fra le quali in prima linea le due cripte descritte da Ehrhardt.

Th. Böhm, *Gli altari in S. Emiliano in Trevi e il loro autore Rocco da Vicenza.* Memoria con 2 fig. nel testo rappresentanti Trevi nell'Umbria e il Portale di Sant Emiliano, e tre bellissime tavole nell' Atlante.

C. Bachmann, *La traversa muraria e la centrale elettrica di Marlissa sul Queis.* Memoria con 10 figure nel testo e 3 tavole nell'Atlante. Questa traversa è stata ultimata nel 1905 ed è la prima che sia stata costruita in Germania collo scopo di proteggere la regione interessata dalle inonda-

zioni. Più tardi (1906) si pensò di utilizzarla come fonte di energia idraulica, e si sta costruendo la centrale per la trasformazione in energia elettrica alla quale l'autore dedica la sua descrizione. La forza ricavata è di 1400 cavalli in media, varia però fra un minimo di 600 cavalli e un massimo di 2400 cavalli nelle epoche di grandi piogge. Il serbatoio costa quattro milioni, compreso lire 875 000 per espropriazione di terreno, la sola traversa costa 1 625 000 lire. La centrale è preventivata lire 5 milioni compreso la rete di distribuzione.

KARL WILSDORF, *La nuova tettoia della stazione di Krefeld* con 5 fig. nel testo e 2 tavole nell' Atlante.

R. SCHÜTZ in Darmstadt, *Contributo al calcolo grafico pei movimenti di terra* con 32 figure nel testo e 3 tavole nell'Atlante. È una memoria riassuntiva di ciò che si è fatto in Germania, ma non tiene conto dei progressi che il metodo ha fatto in Francia e in Italia.

KUHLMANN, *Spese di manutenzione dell'argine e delle opere di rosta nel secondo consorzio idraulico Herzogtum Oldenburg* con una tavola nell' Atlante.

O. FRANZIUS in Kiel, *Sul calcolo dei bacini a secco di carenaggio* Memoria teorica con 37 figure nel testo.

Teramo 13 *luglio* 1908.

G. C.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

L'INDUSTRIA SIDERURGICA ITALIANA

NEL MOMENTO ATTUALE.

Conferenza tenuta dall' Ing. Francesco Massarelli al Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano la sera del 21 Maggio 1908.

Allorquando con l'illustre uomo (*) che presiede il nostro Collegio corsero le prime intese per esporvi le condizioni nelle quali si svolge attualmente l'industria siderurgica italiana io non mi ero nascosto le difficoltà del compito che m'assumevo.

Parlare di un'industria come questa, la quale per il rapido sviluppo degli ultimi anni ha assunto aspetti così nuovi nella tecnica che ne hanno reso possibile un'economica applicazione anche da noi, voleva dire non solo rendere a voi le impressioni che sono per la conoscenza di questi processi, ma rilevare altresì come da tutto un insieme di trasformazioni e di vicissitudini dell'industria nostra, ne venisse uno speciale adattamento di questa rispetto ai nuovi bisogni. Parlarvi di ciò voleva dire rilevare con orgoglio d'italiano un'epoca di coraggiosa iniziativa di uomini di lavoro, voleva dire riconoscere in loro una razionale esplicazione di doti di fermezza, di valore industriale e tecnico che sembravano essere specifiche di altre razze che noi siamo abituati a guardare, ammirando, là dove l'industria del ferro ha la maggiore e sua naturale espansione.

Senonchè i dubbi di potervi dire adeguatamente di ciò, sorsero gravi allorquando dopo un più maturo esame della quistione e una visita più minuziosa dei nuovi impianti, mi accorsi che il pensiero non era andato tant'oltre quanto il problema stesso avrebbe meritato e compresi come vi fosse temerarietà nel venire dinnanzi a voi con la mia povera e disordinata parola.

(*) Il compianto Ing. Prof. Giuseppe Ponzio, ancorchè sofferente, volle presenziare la riunione e fu questo uno degli ultimi atti della sua vita preziosa.

Amici e industriali seppero vincere le mie reticenze e non solo per questo, ma per la fiducia che voi avreste saputo perdonare, mi decisi ad esporvi comunque queste notizie, pensando che avreste compatito anche se l'esposizione dell'idea non arrivasse là dove e per il rispetto di voi e per l'importanza dell'argomento, avrebbe voluto il conferenziere.

I.

NOTIZIE GENERALI — LO SVILUPPO DEGLI ULTIMI ANNI PROGRAMMA DI LAVORO.

Il nostro paese, com'è noto, non ha carbon fossile e non è molto ricco di minerali di ferro. Se si tolgono le miniere dell'Isola d'Elba le quali sono importanti, ma non inesauribili, piccolissimo è il contributo che possono dare i giacimenti ferriferi delle altre regioni italiane, non solo per la piccola potenzialità dei giacimenti stessi, ma altresì per le difficoltà che ne presenta la coltivazione e il trasporto.

Questi fatti, aggiunti alla condizione che il minerale dell'Elba veniva, per il passato, totalmente o quasi, portato all'estero, spiegano come giustificata riuscisse l'opinione di molti che il nostro paese non si prestasse alla pratica dell'industria siderurgica.

Ed invero, se noi ci riportassimo a 24 o 25 anni or sono, vedremmo quanto eravamo indietro nel gran movimento siderurgico di tutto il mondo, dal quale era già tratta la maggior caratteristica del secolo Debolissima la produzione della ghisa (intorno a 25 000 tonn. annue) a quell'epoca data al carbone di legna utilizzando le foreste vicine ai giacimenti e già decimate dal diboschimento: limitata la fabbricazione del ferro (circa 90 000 tonn.), avuta con rimpasto dei rottami di ferro o di affinazione della ghisa in forni a riverbero o in bassi fuochi, in numerose ma piccole officine; insignificante la produzione di acciaio (circa 3400 tonn.) in qualche antico forno di pudellatura.

I tentativi per la produzione dell'acciaio erano stati fatti senza dar risultati soddisfacenti, e noi rimanevamo affatto estranei ai progressi della fabbricazione di questo prodotto che avanzava nel mercato mondiale in seguito alla generalizzazione dei processi Bessemer basico, Martin acido, Martin basico.

La produzione della ghisa con i vecchi sistemi diveniva sempre più difficile e le 28.000 tonn. del 1883 scendevano gradatamente a 7000 nel 1896, come può vedersi nel diagramma della fig. 1 ove è riportato l'andamento della produzione dei prodotti siderurgici in Italia dal 1883 al 1906.

Tuttavia la produzione del ferro accennava sin d'allora ad un andamento ascendente, per le migliorie che gradatamente correggevano i vecchi impianti con l'utilizzazione di combustibili poveri, come la lignite, col ricupero delle fiamme perdute per riscaldare le caldaie, con lo sparire graduale delle minuscole ed isolate officine e con l'ingrandirsi delle maggiori nei centri più propizi per il trasporto, come la Liguria, dove in modo più facile ed economico si poteva avere ed adoperare il rottame.

Ma l'inizio vero della metallurgia moderna non si ha che nel 1884 con l'impianto dell'acciaieria di Terni.

Un uomo di genio, di quelle tempre equilibrate che sanno accoppiare ad un raro intuito dei bisogni nazionali un senso profondo di tecnico valentissimo, Benedetto Brin, propugnò e ottenne la creazione di questo stabilimento che doveva sopperire ai bisogni della marina ch'ei voleva e seppe rinnovellare emancipandola dai bisogni dell'estero e che doveva, nello stesso tempo, anche provvedere a dare i materiali nuovi richiesti dalle ferrovie e dalle industrie.

L'on. Stefano Breda, che era stato un tempo uno dei propugnatori di un simile progetto, si fece iniziatore della nuova impresa. La Società Veneta di Costruzioni concorse alla formazione della Società degli Alti Forni, Fonderie ed Acciaierie di Terni; la costruzione dello stabilimento fu iniziata nel marzo 1884, la prima rotaia venne laminata nel maggio 1886 alla presenza di S. A. R. il Duca di Genova e il primo lingotto per corazze venne colato nell'ottobre dello stesso anno. Esempio questo veramente straordinario di alacrità nella costruzione e nella messa in funzione!

Lo stabilimento di Terni, del quale dirò particolarmente poi, comprendeva due acciaierie: l'una Bessemer, l'altra Martin e due forni rotativi tipo Danks - Bouvard per il ferro pudellato, nonchè tutte le officine sussidiarie e le altre di finimento per fabbricare corazze lamiere, rotaie, profilati, cerchioni, ecc.

L'industria dell'acciaio entrava così in Italia per una grande porta, giacchè l'impianto era stato studiato con concetti originali e con quanto di meglio la tecnica aveva saputo indicare in quel tempo.

Com'è noto, col processo Bessemer si ottiene l'acciaio partendo dalla ghisa fusa, mentre col processo Martin si parte dal rottame

di ferro e d'acciaio con l'aggiunta di un 20,25 e più % di ghisa secondo le circostanze. Essendo nullo il contributo nostrano di ghisa e di carbone fossile, l'industria dell'acciaio restava tributaria all'estero per la maggior parte delle materie prime. A ciò si aggiunga la nessuna pratica della maestranza, che era tutta da creare. Questi inconvenienti non potevano venir compensati dalla forza motrice idraulica a bassissimo prezzo, dal gas ottenuto a buon mercato dalla distillazione della lignite o dalla torba; l'industria aveva quindi bisogno d'una larga protezione giustificata dagli scopi che l'avevano consigliata.

L'esempio di Terni, dapprima contrastato, ostacolato dalle ferriere maggiori, venne seguito a breve distanza per la parte che si mostrava di più conveniente attuazione, quella cioè di produzione dell'acciaio Martin. D'altra parte è da notare che la fabbricazione di questo, partendo dal rottame, restava nello stesso ordine di idee della lavorazione del ferro fin allora seguito in Italia; non rappresentava quindi che uno spostamento di impiego della materia prima.

Fu così che il processo Martin andò man mano allargandosi con la costruzione di nuovi forni del nord d'Italia ed essenzialmente in Liguria, aumentandone la potenzialità fino ai più moderni da 25, 30 e più tonn., e si stabilì la grande industria del ferro e dell'acciaiaio partendo dai rottami.

Proprio in quell'epoca veniva impiantata in Milano la Fonderia Milanese di acciaio secondo il processo al convertitore Robert per getti speciali.

Dopo un regresso fra l'anno 1889 e il 1892 per speciali condizioni del mercato, questa industria riprese il suo andamento ascensionale vedi fig. 1).

La Società di Terni proseguì nel programma di emancipazione dall'estero che si era segnato, tentò l'utilizzazione dei minerali di Val Trompia, stabilì Alti Forni a Civitavecchia, ma non riuscì.

È solo verso il 1902 che un grande impulso viene all'industria siderurgica nostra per parte di un acutissimo finanziere genovese, il conte Raggio.

Egli compera le azioni dell'Elba nelle mani di varie Società belghe, le rivende alla Siderurgica di Savona emanazione della Società di Terni. Attorno a questa si aggruppano la Società Ligure metallurgica di Sestri (già Raggio), le Ferriere Italiane con le Acciaierie di Bolzaneto, i Cantieri navali Odero e Orlando, quei di Muggiano, Ancona, Messina, Palermo, ecc. e si forma così un gruppo potente che ha il suo perno nella Società Elba che fin dal 1899 aveva im-

piantato i suoi Alti Forni a coke a Portoferraio ed incominciato da poco a lavorare il minerale di ferro dell' isola d'Elba. Da questo momento s' inizia una grande divisione nella lavorazione dei prodotti: da una parte produzione di ferro e acciaio partendo dai rottami, dall'altra produzione di acciaio partendo dal minerale. Da una parte quindi trasformazione e ampliamento di vecchie ferriere in acciaierie e impianto di nuove in varie regioni, dall'altra ampliamento degli Alti Forni dell' Elba, e nuovi inpianti colossali a Piombino ed

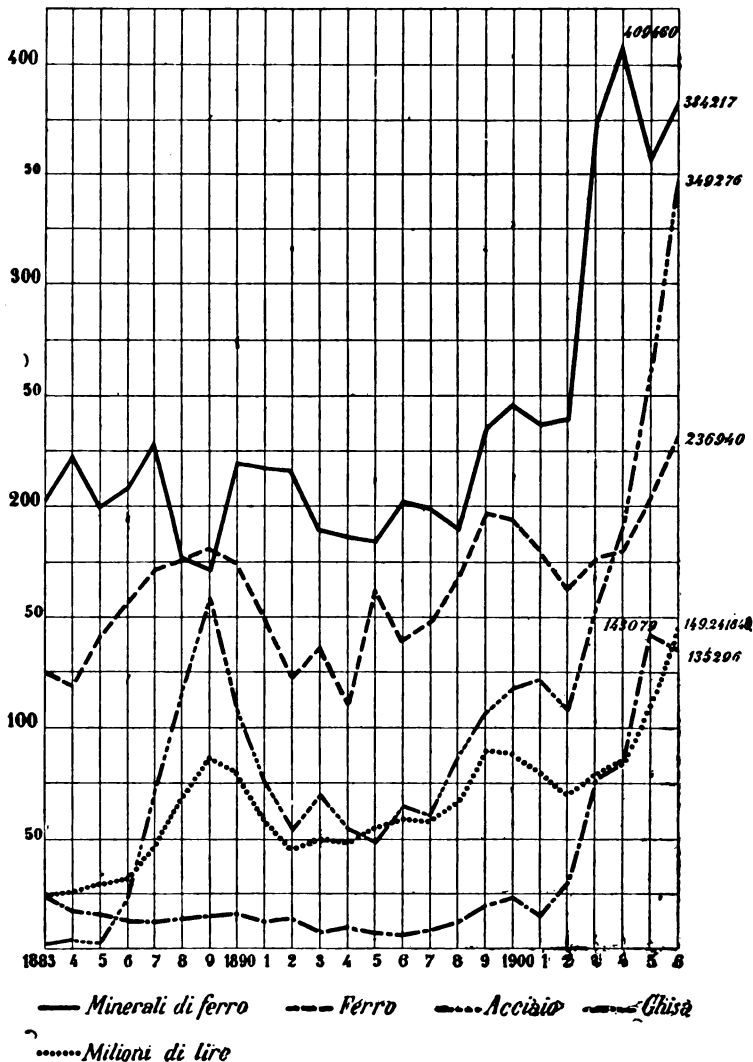



Fig. 1. — ***Produzione siderurgica*** 1883-1906 ***in migliaia di tonnellate.***

a Napoli per lavorare sulla spiaggia tutto il minerale che può dare l' isola d' Elba.

Ecco in quali condizioni sta ora per svolgersi questo grandioso programma di produzione.

Il ferro ottenuto dai rimpasti è sempre scadente in confronto di un prodotto omogeneo come l' acciaio e del resto è presumibile che, aumentando ancora il prezzo del rottame di ferro, inquantochè esso diventa sempre più scarso e di maggior ricerca per la fabbricazione dell' acciaio, la produzione del ferro si sposterà in favore di quella dell' acciaio e darà l'ultimo colpo alle piccole ferriere.

Il consumo di acciaio e ferro laminati o lavorati di prima fabbricazione, nell' anno 1906, è stato di tonn. 850.763, delle quali 586.220 prodotte in Italia e 264.543 importate dall' estero e in prevalenza Germania e Belgio, nonostante il dazio di protezione che varia da 60 a 90 lire la tonn. secondo la qualità dei prodotti. L'importazione della ghisa in pani gravata di un dazio di L. 10 la tonn. è stata di tonn. 168 984. Date le condizioni di costo e di vendita nelle quali si potranno ottenere, con i nuovi inpianti, i prodotti siderurgici, si deve considerare la parte importata come una neccessità per sopperire alla produzione insufficiente dei nostri Stabilimenti. E si aggiunga che il bisogno di tali prodotti sarà sentito da noi per lunghi anni, non solo per il progredire delle nostre industrie in genere, ma principalmente per il materiale occorrente per le ferrovie e per la marina mercantile, nonchè per la costruzione delle navi da guerra decretate per il consolidamento, riconosciuto indispensabile, della nostra marina.

E quì cade in acconcio di rilevare come l' industria siderurgica italiana, nel suo meraviglioso sviluppo, vada adagiandosi su più solide basi mercè lo sfruttamento razionale delle Miniere Elbane.

Le materie prime (ghisa, rottame d' acciaio e ferro) sulle quali unicamente si fondava in passato la nostra siderurgia, sono troppo soggette alla oscillazione del mercato, tanto che i prezzi di esse non vanno d' accordo con quello dei ferri finiti, nè è raro il caso che i primi sieno tanto elevati da non lasciare margine al fabbricante. In questi ultimi tempi si è già notata la tendenza delle grandi associazioni industriali siderurgiche, come l' americana e la tedesca, di tenere in alcuni dati momenti alto il prezzo della ghisa e dei rottami e dei mezzi prodotti nello stesso tempo che si vendevan molto basso i ferri finiti. Queste associazioni posseggono il minerale e il carbone e non hanno quindi alea da correre per l' acquisto delle materie prime. Tra queste la più difficile di tutte, è il

rottame di ferro e di acciaio. Finchè l'acciaio si produceva prevalentemente coi processi Bessemer e Thomas, i rottami della demolizione e quelli provenienti dalla laminazione non potevano trovare impiego che nei pochi forni Martin esistenti, ma in questi ultimi anni il numero e la capacità dei forni Martin sono cresciuti smisuratamente in tutto il mondo. La produzione di acciaio Martin in America, in Germania e in Inghilterra dal 1891 al 1906 è aumentata in una proporzione 3 o 4 volte maggiore di quello che non sia aumentata la produzione di acciaio Bessemer o Thomas. È naturale quindi che questo prodigioso sviluppo dei forni Martin abbia richiamato a sè il rottame e ne consegua un aumento nel prezzo di questo. Ecco una ragione dell'opportunità delle nuove istallazioni.

La potenzialità dei giacimenti dell'Elba secondo le ultime valutazioni accettate dal Consiglio superione delle Miniere sarebbe nella cifra minima di 8 milioni di tonn. Io non ho nessuna competenza nè dati per discutere intorno alla cifra, ma penso che sia lecito di sperare in meglio piuttosto che in peggio, date le incertezze che si hanno in tali valutazioni e che fanno logicamente esser prudente. È noto come antecedenti valutazioni avessero limitato questa potenzialità a soli 2 milioni di tonn., ciò che aveva spinto il Governo a limitarne la coltivazione: a questa stregua le miniere dovevano essere già abbandonate da un pezzo. È certo che per il fatto di aver spinto con maggiore alacrità i lavori di ricerca, che hanno portato alla scoperta di nuove miniere, le constatazioni sono più rosee delle previsioni. Si noti inoltre che le miniere sono oggi coltivate più razionalmente che per il passato e poichè a partire dall'anno 1901 la produzione è assai maggiore della esportazione dall'isola, l'entità del minerale ivi depositato deve raggiungere una cifra molto elevata.

Le miniere si trovano sopratutto lungo le coste orientale e meridionale dell'isola. Vi si estraggono minerali ricchi e atti a produrre le qualità di ghise che l'industria siderurgica italiana richiede. Le miniere sono provviste di grandi impianti per l'escavazione del minerale, per il trasporto sui ponti a mare e per il carico sui velieri.

I grandi impianti d'alto forno per lavorare questi minerali sono tre e precisamente situati a Portoferraio, a Piombino e a Napoli.

L'installazione di Portoferraio della Società Elba è quella fin quì di maggiore potenzialità produttiva ed essa si sta ampliando. Un solo piccolo alto forno è attualmente in attività a Piombino, ma si è già a buon punto con l'impianto di un grosso alto forno e con gli altri impianti grandiosi in costruzione per la successiva

lavorazione del prodotto dei due alti forni, mentre a Napoli la Società Ilva ha da poco iniziato i lavori preparatorii; finora solo il ponte di scarico è completato, le fondazioni sono in corso ed il macchinario già ordinato; l'impianto comprenderà tre alti forni della potenzialità di quelli dell'Elba, ma la previsione è per sei alti forni con l'acciaieria e i laminatoi capaci di lavorare il prodotto di 5 alti forni.

Il programma di lavoro è questo: l'Elba tratterà il minerale e fornirà i lingotti di acciaio Bessemer, i quali dovranno essere trasportati per mare alla Siderurgica di Savona per laminarli in rotaie o in altri ferri mercantili. Piombino e l'Ilva riceveranno il minerale, e la ghisa degli alti forni sarà direttamente trasformata in ac-

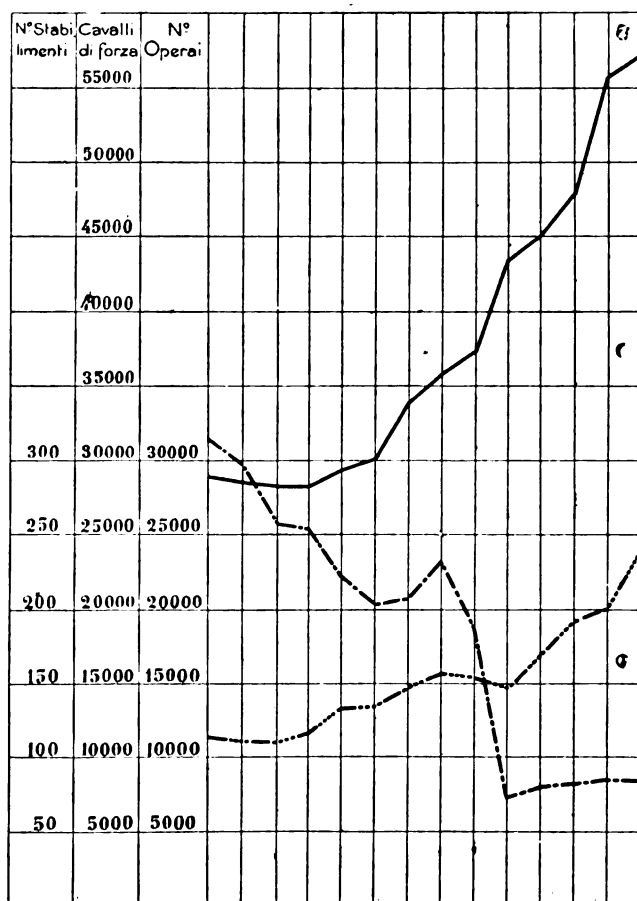



Fig. 2. — Diagramma di potenzialità degli stabilimenti siderurgici 1893-1906.

ciaio Martin per laminarlo poi sul posto in ruotaie, profilati, lamiere. Si avranno quindi tre grandi luoghi di produzione di acciaio lavorato dal minerale: Savona, Piombino e Napoli, situati nella costa a settentrione, al centro e al mezzogiorno d'Italia, con una certa giustizia regionale distributiva.

I trasporti economici del minerale e del carbone fatti per mare, l'utilizzazione dei gas d'alto forno e dei forni a coke, nonchè dei sottoprodotti di questi, la possibilità di avere fondenti a buon mercato e di ottima qualità, la perfezione del macchinario nuovissimo e studiato per il massimo rendimento economico, sono tutti fattori che fanno augurar bene di questi impianti grandiosi, Si aggiunga che la forza motrice, in eccesso per l'utilizzazione dei gas perduti, servirà ad industrie sussidiarie (cementi artificiali fatti con le scorie d'alto forno, fabbriche di carburo di calcio, alluminio, ecc.), ovvero a fornire energia elettrica ad un prezzo irrisorio.

É quindi un campo di vasta attività umana che i nostri liguri forti preparano al nostro paese. Una volta in funzione queste grandi installazioni e tutte le acciaierie Martin che partono dalla miscela rottame-ghisa che sono ora in trasformazione, la nostra produzione ferro-acciaio sarà forse due volte o due e mezzo quella attuale. Non si può quindi nemmeno pensare che a siffatti sforzi, a iniziative così potenti, non risponda d'altro canto un adeguato impiego del prodotto, impiego che per la massima parte è dovuto ai bisogni crescenti ed oramai riconosciuti dalle ferrovie e dalla marina sia da guerra, sia mercantile.

Non ritengo opportuno di entrare in una discussione economica citando dei numeri; rilevo soltanto come non sia difficile intuire che l'industria possa svolgersi in condizioni buone, messa su basi come queste, ora che essa si è affermata da qualche anno. Ciò però non vuol dire che non sia pericolosissimo affidarsi a previsioni troppo rosee e pensare che essa, mentre si irrobustisce, possa muo versi liberamente, forte e spavalda, noncurante della protezione che il Governo le accorda e ciò per diverse ragioni principali.

La prima, perchè i capitali immensi impiegati in queste imprese devono essere ammortizzati, affinchè la nostra industria possa compe tere con quella estera, dove ciò si è fatto in breve tempo e da molti anni; la seconda, perchè la maestranza è ancora scarsa e deve essere completamente formata, tirandola fuori da elementi che non sono i più adatti. In terzo luogo, perchè per raggiungere la perfezione toccata dall'estero occorrerebbe una grande specializzazione alla quale ancora per molto tempo in Italia non è il caso nemmeno

di pensare. Infine si deve notare che la protezione doganale è minore di quella che esiste in Germania. E non è un mistero per nessuno che gl' industriali tedeschi, stretti in potenti sindacati e mercè appunto la larga tutela doganale, vendono all' interno i loro prodotti siderurgici a prezzi molto alti senza temere la concorrenza estera ed il maggior guadagno permette loro di ridurre il prezzo per l' esportazione anche al disotto del costo, dando luogo a una concorrenza che compensa i nostri dazi, i quali vengono così a funzionare come fossero un premio di esportazione.

Riassumendo i dati che possono interessare sulla nostra produzione attuale della siderurgia italiana, noterò che nel 1906 abbiamo avuto per valore circa 149.000.000 di lire di prodotti, impiegando 20.697 operai e 58.827 HP di forza.

L'andamento progressivo di questo sviluppo è dato dal diagramma della fig. 2, che va dal 1893 al 1906, ossia si estende a tutto l'ultimo periodo ascensionale.

Mentre in questo tempo è triplicata la produzione e la forza impiegata, non si è accresciuto nell' istessa proporzione il quantitativo di operai, inquantochè lo svilupparsi dei grandi impianti e dei sistemi automatici di lavorazione hanno diminuito nelle industrie lo sforzo individuale, riducendo il numero totale delle officine da 314 a 86. La diminuzione è dovuta specialmente alle officine minuscole scomparse in Lombardia.

La produzione della ghisa fu ottenuta al carbone coke da due grandi alti forni all' Elba e uno piccolo a Piombino per 132 000 tonn. e da tre piccoli alti forni in Lombardia per 3400 tonn.; trascurabile la produzione di ghisa al carbone di legna in Lombardia.

La produzione del ferro pudellato tende ormai a scomparire. Essa fu di 10.600 tonn. ottenuta con 17 forni (la maggior parte nel Veneto) contro 225 936 tonn. ottenuta dai rimpasti. Delle 384 217 tonn. d'acciaio, tolte circa 1000 tonn. di acciaio pudellato e circa 3000 tonn. ottenuto coi convertitori Robert e con forni termo-elettrici Stassano, il resto è ricavato col processo Martin.

Per quanto riguarda l' attività siderurgica delle diverse regioni italiane, è attualmente la Liguria che tiene il primo posto, rappresentando quasi la metà della produzione italiana totale e circa $^2/_3$ di quella dell' acciaio. Per il ferro tiene il primo posto la Lombardia, per la ghisa la Toscana, con l' Elba e Piombino.

Nel riassunto quì sotto sono comparati i diversi valori secondo la divisione in distretti minerari e in provincie, sia per quanto riguarda la produzione in milioni di lire e in ragione dei diversi

prodotti, sia per quanto riguarda la forza in cavalli e gli operai impiegati.

Riassunto produzione-siderurgica 1906.

REGIONI E PROVINCIE	Forza in HP	Operai	VALORE IN LIRE			
			Ghisa in pani	Ferro	Acciaio e bande	Totale
Liguria. Genova . . .	20 860	8 965	—	11 579 650	53 835 895	65 415 545
Lombardia. Milano, Brescia, Como, Bergamo, (Lago d'Iseo) . . .	5 001	2 699	575 100	19 679 060	3 955 120	24 209 280
Toscana. Livorno (Portoferraio), Pisa (Piombino), Arezzo (S. Giov.)	13 074	4 383	11 211 585	7 490 000	4 275 000	22 976 585
Piemonte. Cuneo, Novara (alta), Torino . . .	4 767	2 429	—	5 496 600	10 599 060	16 095 660
Napoletano. Napoli, Caserta	2 379	1 026	—	2 180 575	5 750 250	7 930 825
Veneto. Udine	2 140	644	—	4 607 625	2 063 000	6 670 625
Umbria. Perugia (Terni)	10 564	2 509	—	199 750	5 626 120	5 825 870
Emilia. Bologna . . .	42	42	—	117 450	—	117 450
Totale	58 827	22 697	11 786 685	51 350 710	86 104 454	149 251 840

Come siano distribuiti i vari centri di produzione è indicato nella fig. 3 (carta d'Italia). Quanto ai dati relativi al 1907, essi non sono ancora ufficialmente conosciuti; si sa però che rappresentano una accentuazione all'andamento ascensionale delle linee della produzione. In tutti i modi questi numeri danno un'idea della grandissima importanza che l'industria siderurgica ha assunto nell'economia nazionale, specialmente da 4 a 5 anni; importanza tanto maggiore se si pensa che fra 2 o 3 anni essi numeri saranno certamente raddoppiati.

A questo si aggiunga che parallelamente vi sono tutte le industrie collegate, la fabbricazione della latta, della fucinazione a stampo, dei chiodi e cento altre che da un siffatto progresso ha ricevuto un impulso insperato che ci emancipa dalle fabbriche estere.

Per confortare le notizie che io ho esposte, ritengo tornerà utile il riferire su alcuni impianti importanti e caratteristici che sono nel nostro paese e dei quali ho potuto avere alcune fotografie,

Una gran parte degli impianti sono in via di costruzione e di questi mi è stato difficilissimo ottenere qualche cosa di dimostrativo. Spero tuttavia che quanto posso esporre serva a dare un'idea ge-

nerale dei nostri Stabilimenti siderurgici, dei criteri con i quali si è affermata l'industria del ferro e dell'acciaio e dei mezzi che saranno a disposizione per lo svolgimento del programma di lavoro al quale ho accennato.

Incomincerò quindi da quegli stabilimenti che basano sul rottame la produzione loro di ferro e di acciaio.

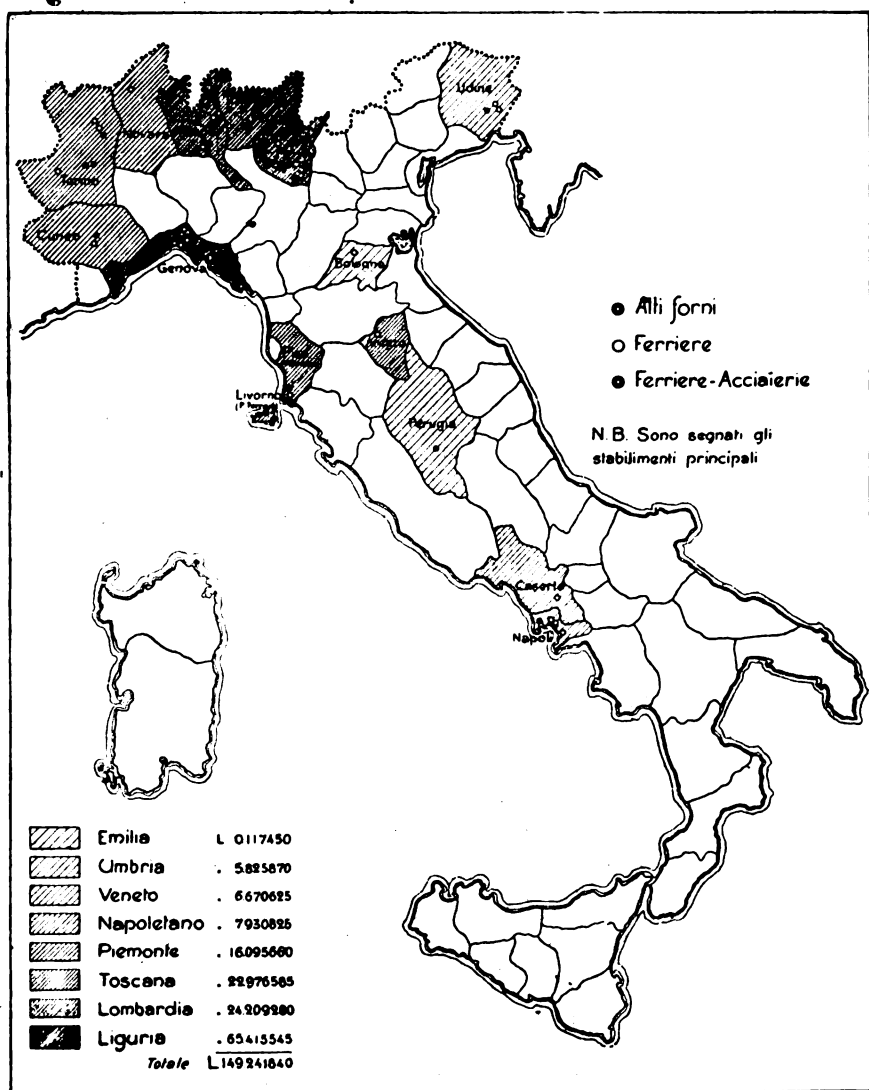



Fig. 3. - Produzione siderurgica del 1906 divisa per regioni e provincie.

II.

L'INDUSTRIA AVENTE PER BASE I ROTTAMI.

Le Acciaierie di Terni. — Un grandioso stabilimento siderurgico nel quale la forza motrice sia unicamente idraulica come quello di Terni non è un esempio comune; è forse un esempio unico (fig. 4).

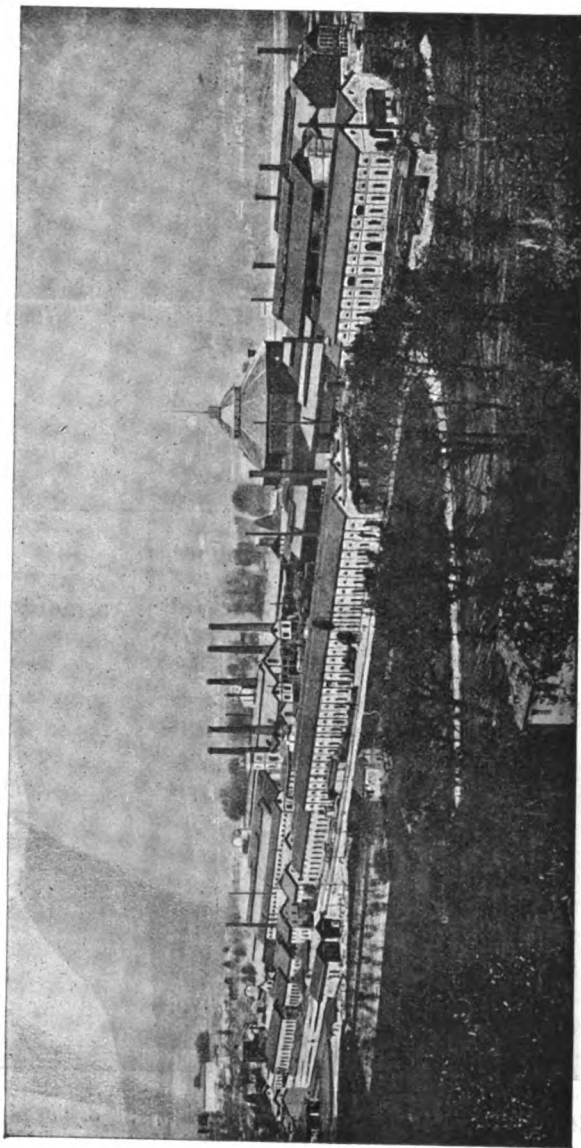



Fig. 4. - Veduta generale delle acciaierie di Terni.

Epperò si vedono quei fabbricati ordinati, quell' aspetto pulito che contrasta con ciò che siamo avvezzi a vedere in tutti gli altri stabilimenti del genere.

Fig. 5 - La cascata delle Marmore.

La forza idraulica è derivata dal fiume Velino, a monte della celebre cascata delle Marmore, gia cantata da Byron (fig. 5).

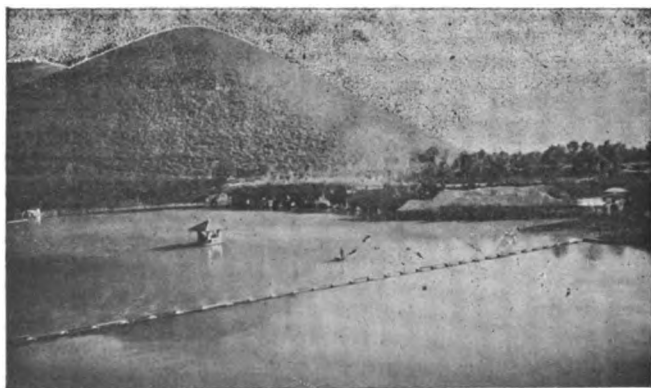



Fig. 6. - Le Acciaierie di Terni. Bacino di decantazione dell'acqua motrice.

La cascata è alta 165 m., ha una portata minima di 40 mc. e massima di 1000. L'acciaieria deriva 10 mc. (20 000 HP) conducendo l'acqua allo stabilimento. A 500 m. dalla presa, l'acqua è filtrata in un bacino naturale di decantazione profondo 13 m. e di 130 000 mc. di capacità (fig. 6).

Fig. 7 - Acciaierie di Terni.

L'acqua, depurata mediante un lungo sfioratore, defluisce dal bacino in un canale e prosegue il suo corso parte in galleria, parte in condotta forzata

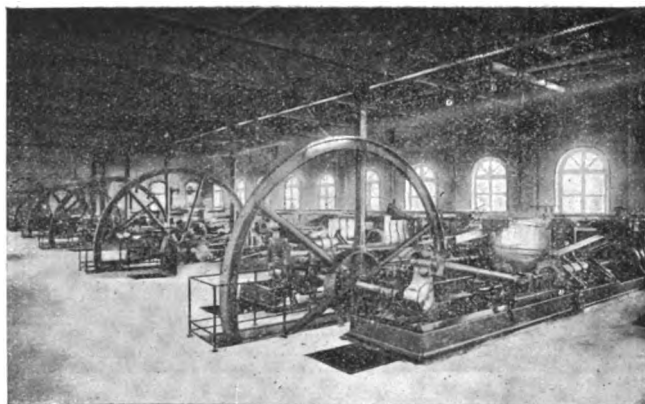



Fig. 8 - Acciaierie Terni. La sala dei compressori.

Con 4 file di tubi di 800 mm. di ghisa, dopo un percorso di circa 4 km., l'acqua arriva allo stabilimento (fig. 7). alla pressione di 20

atm. per alimentare una intricata rete di distribuzione conducente a 80 o 90 turbine Pelton e Girard, tutte ad asse orizzontale, di forza diversa, da 4 a 1000 HP.

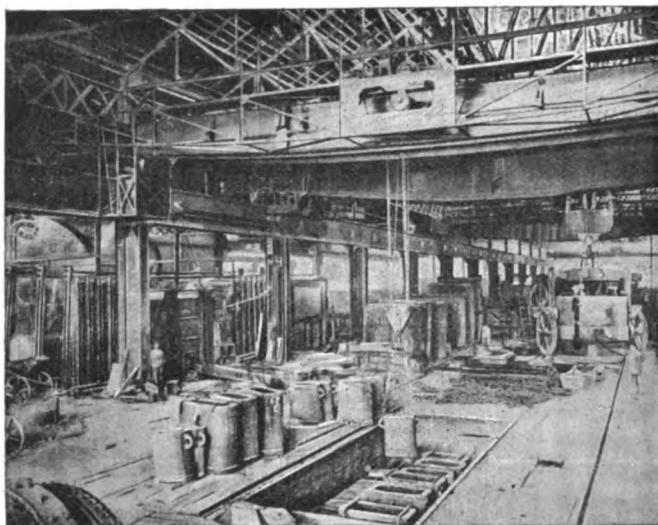



Fig. 9 - Acciaierie di Terni. Il piano di colata dell'Acciaieria Martin.

Questo sistema collima perfettamente con quello che si sarebbe oggi adottato con l'energia ellettrica: nel 1884 non si poteva nemmeno prevedere la possibilità di quest'ultima applicazione della

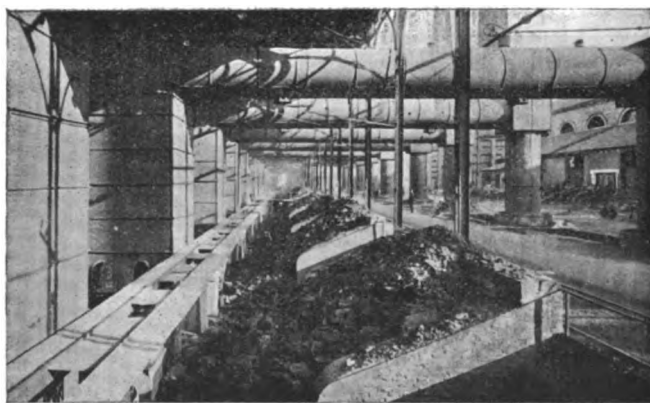



Fig. 10 - Acciaierie di Terni. Un gruppo di gasogeni Siemens.

tecnica e la genialissima soluzione allora adottata è rimasta. La forza è frazionatissima, le turbine comandano macchine singole o a gruppi ovvero sono in testa alle trasmissioni.

Un gruppo di compressori François Dubois (fig. 8) comandati questi da singoli motori a colonna d'acqua di 350 HP ciascuno, fornisce l'aria compressa per i magli e per alcune gru secondarie.

Ciascun compressore può dare 8 mc. di aria a 5 atm. L'aria compressa per i magli è stata riconosciuta ancor oggi preferibile al vapore sotto tutti gli aspetti. La pressione è regolata naturalmente mercè una originale combinazione (ideata dal Breda) di un serbatoio d'aria di 1000 mc., costituito da due tubazioni leggermente inclinate e una vasca d'acqua a 55 m. dal piano dell'Acciaieria, la quale comunica con la parte più bassa dei tubi stessi.

Un impianto idroelettrico di circa 1000 Kw. è stato installato da poco per azionare le gru potenti e alcune altre macchine. Nell'acciaieria è disposta una rete di binari di 21 km. e una stazione di smistamento.

***

L'impianto di Terni comprendeva in origine due acciaierie: Bessemer — processo esclusivamente del tipo acido — e Martin processo per suola acida e basica. Attualmente il Bessemer è stato ceduto alla Società Elba e Terni ha sviluppato maggiormente la produzione di acciaio Martin.

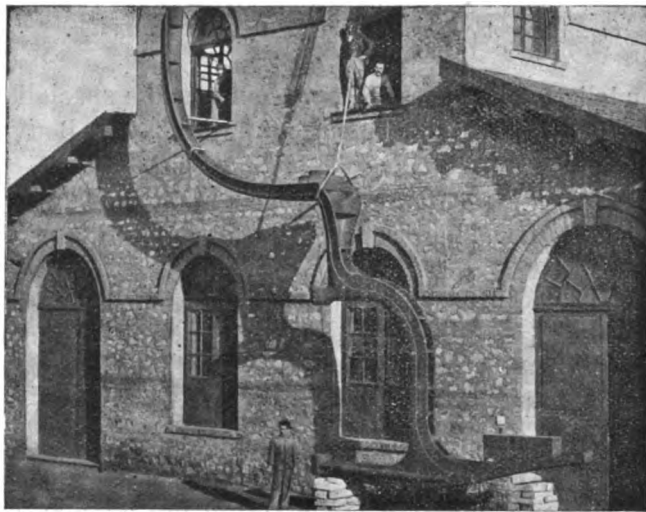



Fig. 11. - Acciaierie di Terni. Diritto di poppa di un incrociatore corazzato.

L'acciaieria Martin (fig. 9) comprende ora 5 grandi forni e un piccolo forno per esperienze, del tipo Siemens a doppia ricuperazione, due della capacità di 15 tonn., due di 35, tutti basici, e uno di 45 tonn. a rivestimento acido.

Il gas necessario al riscaldamento di questi forni è prodotto da 5 gasogeni a lignite disposti parallelamente all'acciaieria Martin. Essi sono del tipo Siemens (fig. 10) situati 8 m. al disotto del suolo dello stabilimento, con 4 focolari ciascuno. Il gas depurato viene immesso in un grande collettore sotterraneo lungo 165 metri, e distribuito con diramazioni normali a tutti i forni.

Fig. 12. - Acciaierie di Terni. Officina laminatoi.

Il ferro pudellato, che necessita per alcune colate speciali dei forni Martin, si ottiene mediante due forni rotativi Danks-Bouvard ciascuno capace di una produzione di 24 tonn, al giorno.

Si fusero lingotti per corazze di 100 e più tonn. e pezzi speciali di 40 tonn. Nella fig. 11 è riportata la fotografia di un diritto di poppa dell'incrociatore *Garibaldi.*

Dal 1891 l'acciaieria di Terni fabbrica acciaio al crogiuolo per proiettili ed utensili con due forni di 57 crogiuoli ciascuno (25 kg. l'uno) atti a produrre 110 tonn. di acciaio al mese (al cromo, al tungsteno, al vanadio, ecc.). I crogiuoli si fabbricano nel riparto dei prodotti refrattari dello stabilimento.

Eccettuati i getti speciali, tutti gli altri lingotti sono sottoposti alla fucinazione per aumentare la resistenza del metallo, con laminatoi, magli e presse.

L'officina laminatoi (fig 12) comprende:

1° Un treno per rotaie e grossi profilati da 1000 HP;
2° Un treno profilati medi 500 HP;
3° Un treno piccolo profilati 150 HP,

serviti da numerosi forni di riscaldo tipo Siemens, alimentati da batterie di gasogeni come quelli già ricordati.

Fig. 13. - Acciaierie di Terni. Piano di collaudo delle rotaie.

Le barre del treno rotaie vengono trasportate automaticamente da un piano a rulli alle seghe a caldo e al piano di raddrizzamento.

Di lì passano all'officina di rifinimento per essere bucate, intestate, ecc. e quindi al piano di collaudo (fig. 13).

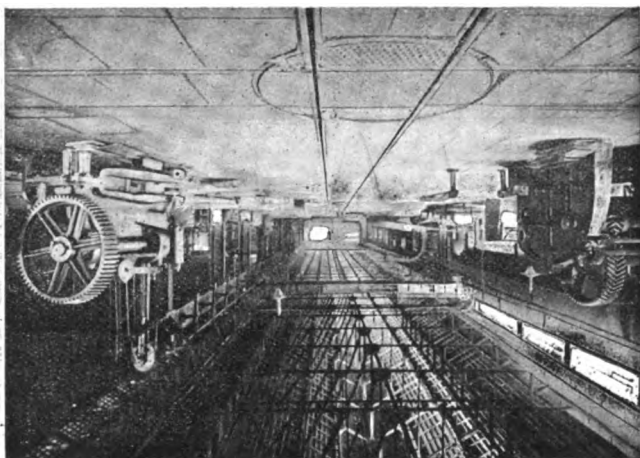



Fig. 14. - Acciaierie di Terni.
Tettoia del treno lamiere (il treno lamiere è in fondo alla tettoia).

Il treno lamiere e piastre (fig. 14) è del tipo Lauth per spessori da 5 a 30 mm,, dimensioni m. 2,80 × 12. Può laminare dei blocchi sino a 40 tonn. Il movimento dei masselli è fatto automaticamente con gli elevatori a rulli, il sollevamento da carri-ponti elettrici di 60 e 20 tonn.

Con questo treno si possono fabbricare piastre di corazzatura sino a 250 mm. di spessore.

Il treno per corazze è il più potente fin quì costruito. Cilindri 1,25 × 4,50 di tavola per laminare masselli sino a 100 tonn.

Dei magli, numerosissimi e potenti e tutti ad aria compressa, noterò uno solo: quello ormai celebre nella storia della metallurgia (fig. 15).

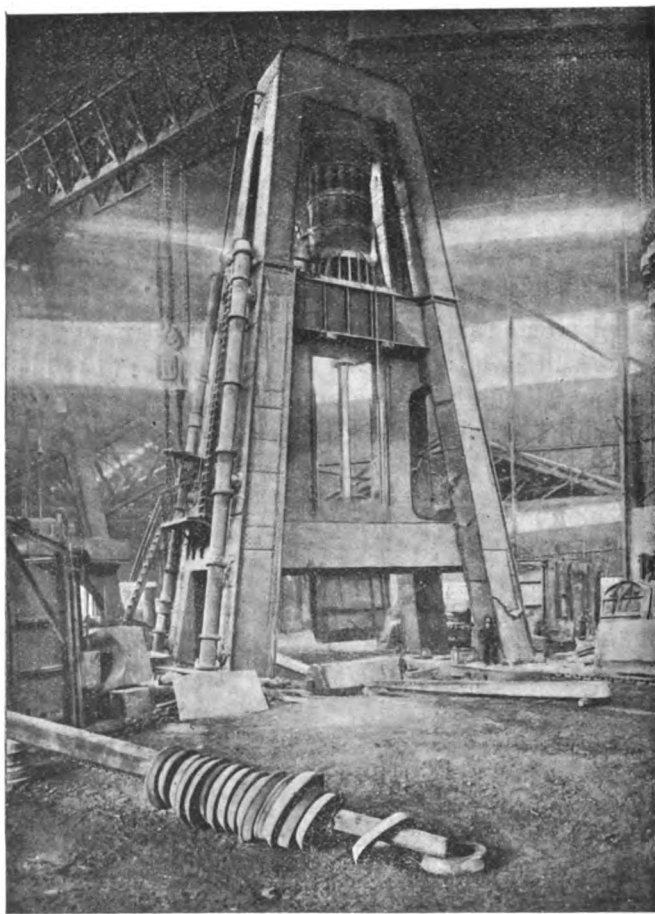



Fig. 15. - *Acciaierie di Terni. Il maglio da* 100 *tonnellate.*

Esso è il più grande del mondo. Darò qualche numero la sua base pesa 1000 tonn., la mazza 108. Pistone diametro m. 1,92, corsa 5 m., manovrabile da un uomo solo; altezza fuori terra m. 18; profondità

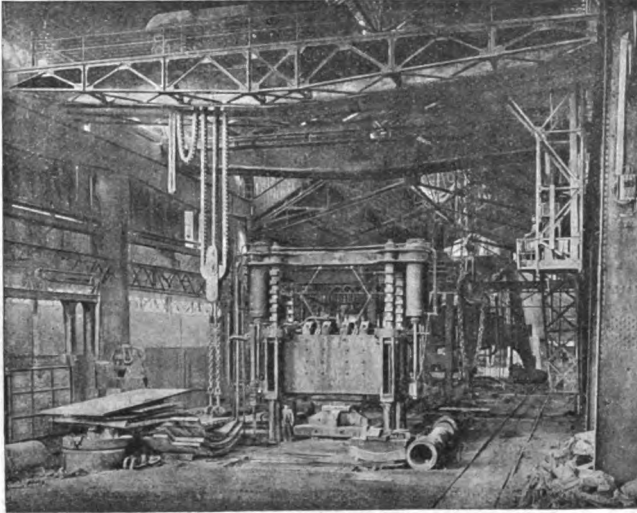



Fig. 16. - *Acciaierie di Terni. Pressa per fucinare da* 2000 *tonn.*

della fondazione 10 m. È servito da due gru di 100 tonn, e 150 tonn. mobili su binario circolare e da 4 forni di riscaldo. Oggi la sua mi-

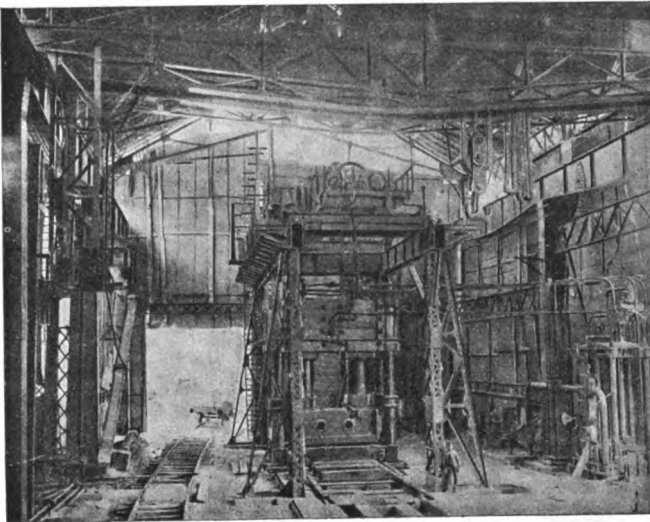



Fig. 17. - *Acciaieric di Terni.*
Nuova pressa per fucinare da 6000 *tonn.* (500 *atm.*).

portanza è diminuita, perchè il lavoro di fucinatura di corazze e cannoni è fatto più convenientemente dalle presse idrauliche

Tre presse: una da 2000 (fig. 16) e due da 6000 tonn. Ognuna

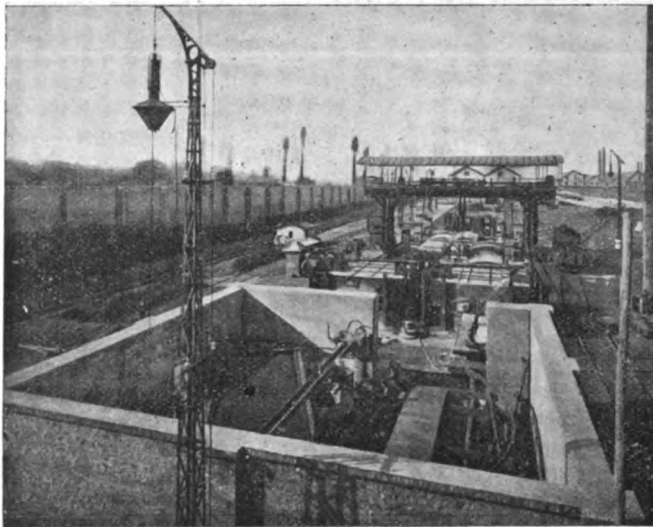



Fig. 18. - Acciaierie di Terni.
Vasca di tempera per corazze con forni di cementazione a carbone.

di esse ha con sè un impianto completo di carri-ponti colossali, forni, ecc. Notevole una da 6000 (fig. 17) che permette, secondo i bisogni,

Fig. 19. - Acciaierie di Terni.
Tettoia per la preparazione delle corazze da cementare (processo Krupp).

di comprimere con 2000, 4000 6000 tonn. e con notevole risparmio d'acqua a 500 atm. Altre due presse da 400 e 200 tonn. servono per proiettili.

La tecnologia delle corazze e dei cannoni richiede speciali trattamenti termici, come la tempera, la ricottura e la cementazione, per modificare grandemente la struttura molecolare.

Come si sa, il fondamento di tutti i processi speciali moderni per fabbricazione delle corazze è di ottenere una piastra di struttura e composizione omogenea e tale che, alla massima durezza nella faccia esposta ai colpi di proiettili congiunga la massima tenacità alla parte opposta. L'impianto che serve per le *piastre brevettate Terni* e le *piastre cementate Terni* con la vasca di tempera è indicato nella fig. 18 (Gru di 130 tonn. e 8 forni di cementazione a carbone).

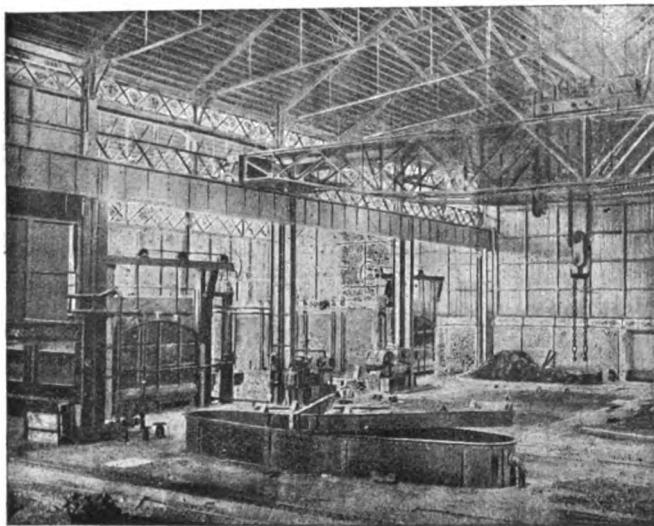



Fig. 20. - *Acciaierie di Terni. Forni per la cementazione a gas delle corazze e vasca per la tempera all' olio (processo Krupp).*

Le fig. 19 e 20 danno una pallida idea del colossale impianto per le corazze Krupp che, per sè stesso, forma un grandioso stabilimento di 50 000 mq. di area con 1200 mq. di nuove gallerie e 5 carri-ponti elettrici di 260 tonn. complessive. Vi son forni a gas di lignite per la cementazione a gas con suola mobile m. 6 × 11, un impianto di officina a gas per detti forni, due apparecchi di tempera, uno a doccia, l'altro a immersione.

Tralascio di parlare delle officine di finimento delle corazze, dei cannoni, dei proiettili, delle officine per prodotti refrattari, prove

meccaniche, centrale elettrica; gabinetto di chimica, di micrografia, balipedio, ecc. L' officina corazze, un angolo della quale si vede nella fig. 21, misura 200 m. di lunghezza su 20 dí larghezza. Cifra eloquente per dare un' idea del resto!

I materiali che si producono a Terni sono svariatissimi: corazze, proiettili, elementi per cannoni e in genere tutto il materiale che serve per scopi militari, lamiere da scafo e da caldaie, grossi getti

Fig. 21. - Acciaierie di Terni. Officina finimento corazze (campata sud).

in acciaio e ghisa e quanto altro occorre alle costruzioni navali; ruotaie, stecche, cerchioni, assali per locomotive, profilati per costruzioni e per commercio, acciai speciali per utensili.

Lo stabilimento occupa un' area di 300.000 metri quadrati con 2500 operai.

***

L' industria siderurgica del rottame vive da noi per dato di circostanze speciali.

A Terni la fabbricazione specializzata di acciai per usi militari per la forza idraulica a bassissimo prezzo e la gasificazione della lignite; a S. Giovanni Valdarno l' industria del ferro, nata per l'esistenza colà di uno dei più bei giacimenti di lignite esistenti in Italia risorge ora per il basso prezzo del KW, ottenuto dalla lignite stessa; in Liguria per tutto il vantaggio che si può trarre dal mare sia perchè si è monopolizzata l'industria della produzione di rottame delle vecchie navi che lì vanno a morire, sia per il prezzo minore del carbone estero non gravato da spesa di trasporto terrestre; in

Lombardia l'industria del ferro di rimpasto, o dell'acciaio dai rottami, può vivere specializzandosi per i profilati minuti, per altre circostanze locali o per l'applicazione di metodi perfezionati.

Ma è l'industria ligure che si è sviluppata enormemente in quanto lo permette la spiaggia, e i suoi stabilimenti del ferro contendono palmo a palmo lo spazio tra la riva e il monte costretti come in una morsa invincibile.

Un esempio caratteristico è dato a Sestri dalla:

Società Ligure Metallurgica. — Il vecchio stabilimento confinato alla spiaggia, posteriormente ad esso la ferrovia e la città. Il suo pontile non serve che per lo scarico del carbone e di parte del rottame minuto.

Per la spezzatura e preparazione del grosso rottame si è fatto due anni or sono un altro grandioso impianto a Multedo (fig. 22),

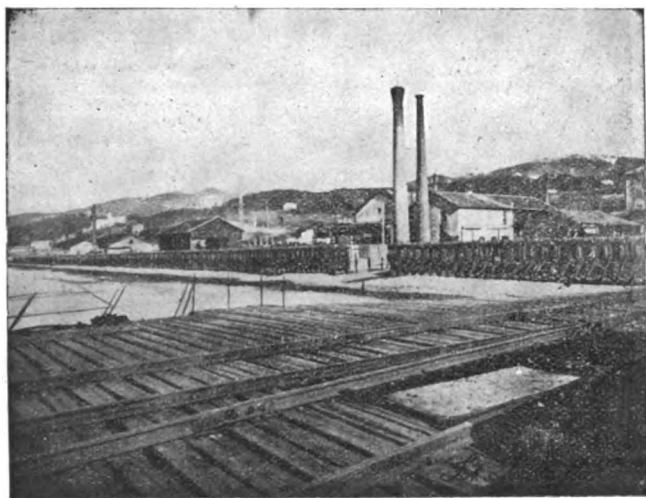



Fig. 22. - Società ligure metallurgica Sestri Ponente. Impianto di Multedo.

tra Sestri e Pegli nella spiaggia vergine con pontile d'approdo per grossi vapori, macchine potenti e svariate per tagliare e spezzare, centrale elettrica, ecc., officina di fabbricazione delle molle, lavorate in gran parte per esportazione.

Si intensifica la produzione a Sestri nel vecchio impianto (6 forni Martin da 12 tonn., 1600 operai, 3500 HP, 1 treno lamiere, 3 per lamierini, 2 per profilati). Nulla di notevole per l'acciaieria di vecchio

tipo, veramente moderno e ben studiato l'impianto di due laminatoi a Chiaravagna, presso il vecchio stabilimento.

Dopo Sestri Ponente la:

S. A. Ferriere e Acciaierie di Prà. — Anche quì lo stabilimento è confinato tra le case della città ed il mare.

Pra costruisce una acciaieria nuova: 3 forni Martin da 25 tonn. laminatoi, centrale, ecc.

Nella fig. 23 si vede la vecchia ferriera fra le case, la strada ed il mare. Essa ha 6 treni per laminatoi diversi e relativi forni di riscaldo; mi piace di riportare questa veduta caratteristica perchè in essa si notano alcune delle classiche caldaie verticali a focolare esterno che utilizzano le fiamme perdute dei vecchi forni di rimpasto.

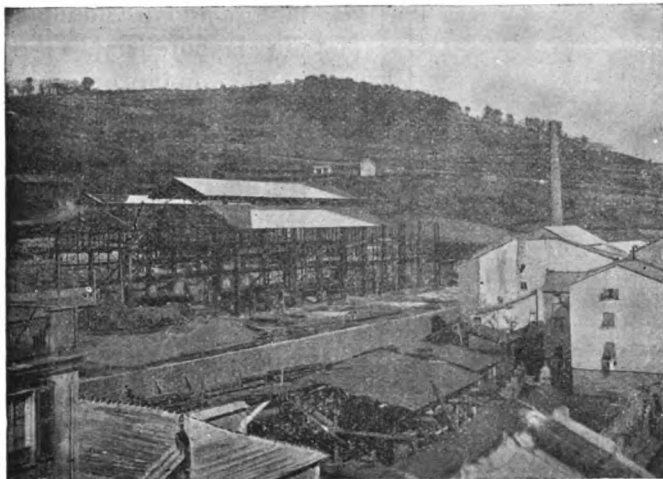
Fig. 23. - S. A. Ferriere ed acciaierie di Pra.
Ciò che scompare (vecchia Ferriera).

Le fig. 24 e 25 danno una idea del nuovo impianto e dei lavori che si fanno al di là della città in su una vasta spianata.

Le acciaierie saranno del tipo più moderno e che ormai è da ritenersi normale: forni Martin sollevati, con macchina da caricare, ecc.

Le Ferriere di Voltri. — Dopo Pra, con le due ferriere, costrette fra il torrente ed una montagna di granito dove sforzi immensi lottano per svecchiare, per rubare un metro quadrato d'area orizzontale alla montagna.

E via via, in tutta la Liguria ridente e granitica, gli esempi sono

a diecine e dappertutto impianti nuovi, distruzione del vecchio e col nuovo un passo di più verso l'acciaio abbandonando il ferro. Infine:

Fir. 24. - S. A. Ferriere ed acciaierie di Pra. Quello che sorge (Acciaieria).

La Siderurgica di Savona. — Chi ha visto lo stabilimento già Tardy & Beneck quattro o cinque anni fa, oggi più non lo riconosce. Una forte energia, un lavoratore tenace, ha fatto e sta facendo

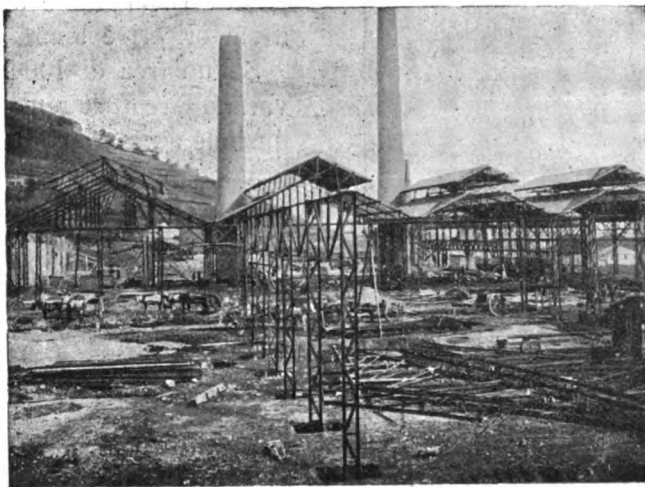



Fig. 25. - S. A. Ferriere ed acciaierie di Pra. Quello che sorge (Laminatoi).

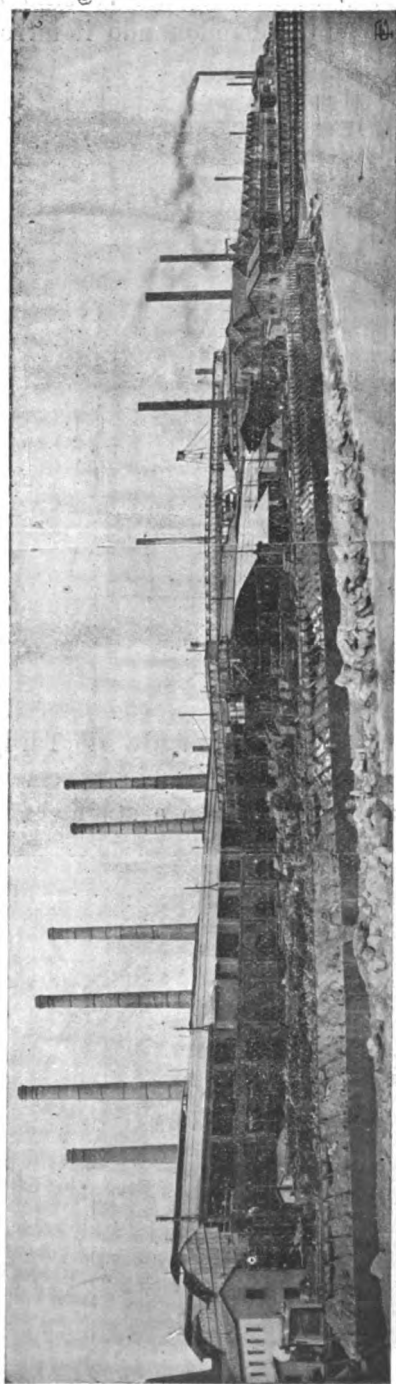



Fig. 26. - Una parte della Siderurgica di Savona. Vista dal mare da ponente.

di quello stabilimento siderurgico antico e vastissimo, costretto e saturo, tra la fortezza, il mare e la città, uno stabilimento nuovo raddoppiandone e più la potenzialità, sovrapponendo impianti nuovi a vecchi: i primi sono pronti al lavoro, mentre i secondi agonizzano nell'ultima colata o nel ferro che trafila dagli organi senili e stanchi.

Tutto si è spostato e si è rifatto là dentro e in tutti i punti. Basta un accenno: i vecchi treni erano posti in modo da non permettere di laminare che lunghezze di 10 a 15 m. al massimo. Ora essi sono stati girati di 90°; sostituiti in parte cou treni nuovi, un Blooming e un duo riversibile permettono di laminare rotaie sino a 6 lunghezze: 75 o 76 m. Tutto quello che si è fatto e si fa per arrivare ad un impianto rispondente ai più moderni criteri è ammirevole.

Su un'area di 100 000 mq. lavorano circa 3000 operai; la produzione annua raggiunge le 150 mila tonn.e la forza installata i 14 000 HP circa.

Lo stabilimento comprende: l'acciaieria, i laminatoi la fabbricazione della latta, la fonderia dei tubi di ghisa. Per attenermi strettamente all'argomento accennerò solo all'acciaieria e ai laminatoi.

Nella fig. 26 è una parte dello stabilimento vista dal mare da

I lingotti (3000 kg.) appena colati vengono messi nei forni a pozzo Giers (Soaking pits), 3 gruppi da 12, riscaldati a carbone.

Questi forni sono semplici fosse a piano terra e hanno per iscopo di uniformare il calore dei lingotti mediante l'irradiazione delle loro pareti.

Il Blooming (1100 di diametro) ed il treno duo riversibile (800 mm.) sono azionati da una motrice a vapore reversibile di 6000 HP che si trova fra l'uno e l'altro (fig. 30).

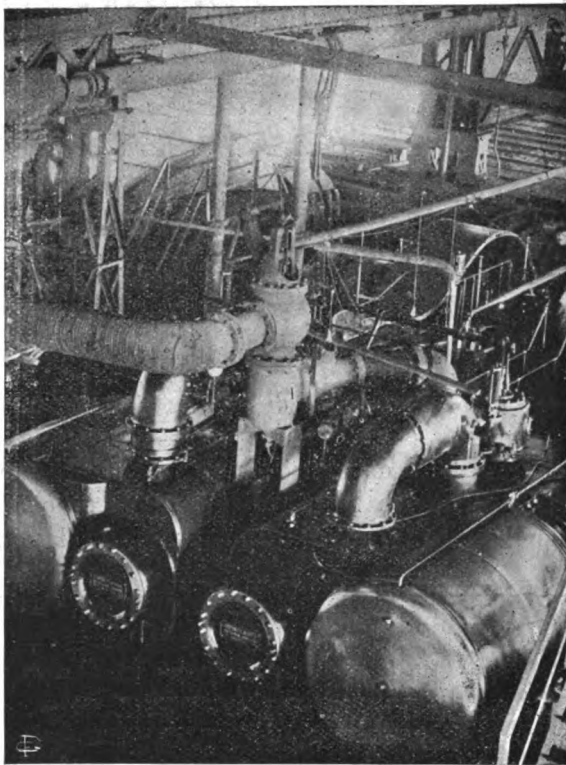



Fig. 30. — Siderurgica di Savona.
Macchina a vapore riversibile di 6000 HP (Blooming e duo).

Tutti i passaggi del massello son fatti meccanicamente, comandati da un palco, tutti i movimenti dei diversi apparecchi sono elettrici. I limiti di tempo che mi sono doverosamente imposti mi impediscono di descrivere in particolare questo sistema di laminazione meravigliosamente automatico, che oramai non è più una novità poichè esso è seguito dai più grandiosi stabilimenti di fuori; ma esso è il solo, fin quì, funzionante in Italia. La fig. 31 mostra il Blooming con i rulli per il trasporto automatico dei lingotti,

dalla parte dell'imbocco. Una volta preparati i blooms, essi possono laminarsi direttamente al duo da 800 per rotaie, previa spuntatura della cesoia a caldo (fig. 32) ovvero in una coppia di treni che si trovano di fronte al Blooming.

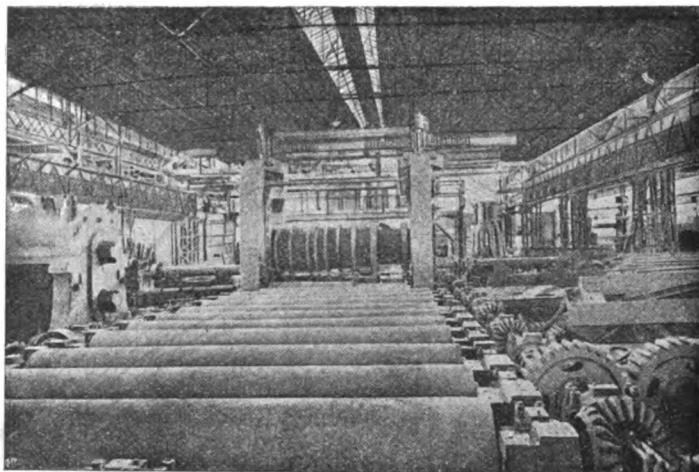



Fig. 31. — Siderurgica di Savona. Blooming.

Il trasporto orizzontale dal Blooming al treno rotaie vien fatto dagli Schleppers e la rotaia finita (di lunghezza sino a 76 m.) esce dall'ultima scanalatura imboccando nel canale di laminazione che

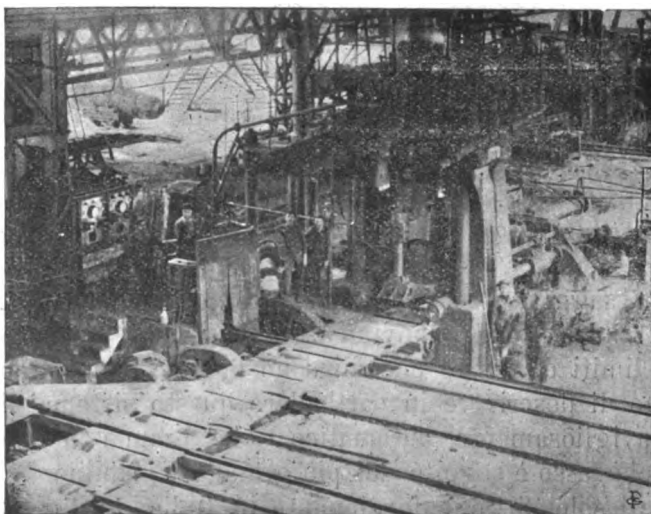



Fig. 32. Siderurgica di Savona. Cesoia a caldo per i blooms.

sì vede nella fig. 33 al disopra dei tetti, ciò che forma uno spettacolo assai interessante. Viene poi segata a caldo, va al piano di raffreddamento (fig. 34), quindi raddrizzata mercè un sistema idraulico semplice e geniale (fig. 35) passa all'officina di rifinimento e al piano di collaudo.

Oltre a questo vi sono: 1 treno 1000 HP, 1 treno 1500 HP a va-

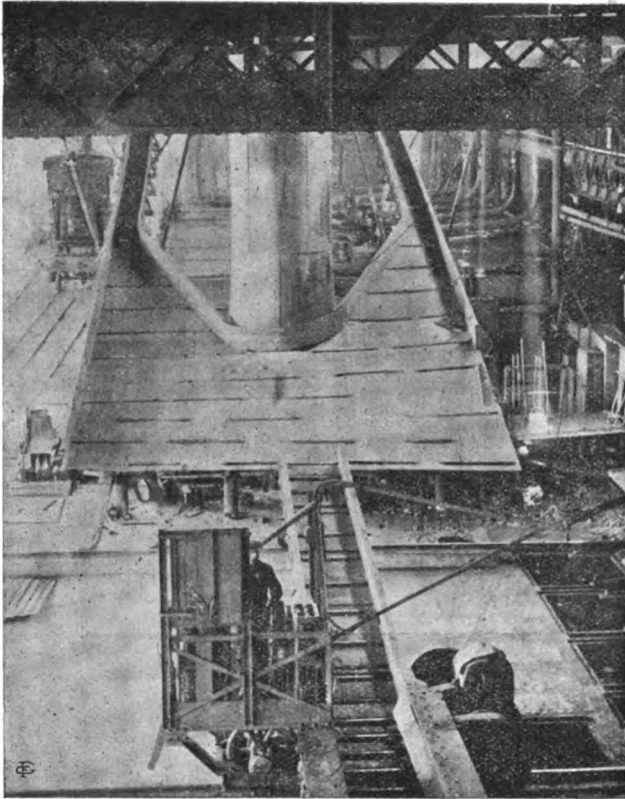



Fig. 33. — *Siderurgica di Savona.*
Dopo l'ultimo canale di laminazione del treno rotaie.

pore che laminano le billettes tagliate dal blooming, 1 treno da 500 per profilati medi e 1 treno da 300 per profilati piccoli (motore 1000 HP), 1 treno serpentaggio motore 500 HP (fig. 36).

Il treno lamiere è del tipo Lauth (fig. 37) per lamiere da 3 a 50 mm. e lunghezza 20 m. per 2,30 larghezza ed ha annesso un treno universale per larghi piatti sino un metro di larghezza.

Il forno di riscaldo a gas è provvisto di una macchina da caricare Stuckenolz (4 tonn.) (fig. 38).

Completeta l'impianto una stazione di trasformazione elettrica da 1500 HP $\frac{25\,000}{300}$ volt, un trasf. rot. a 600 volt con batteria di 300

Fig. 34. — Siderurgica di Savona. Il piano di raffreddamento delle rotaie.

elementi, 1200 amp.-ora. Centrale elettrica di riserva 2700 HP, forza a vapore 11 300–14 000 HP.

Tralascio i servizi secondari: magli, aria compressa, fonderia, fabbricazione latta, ecc.

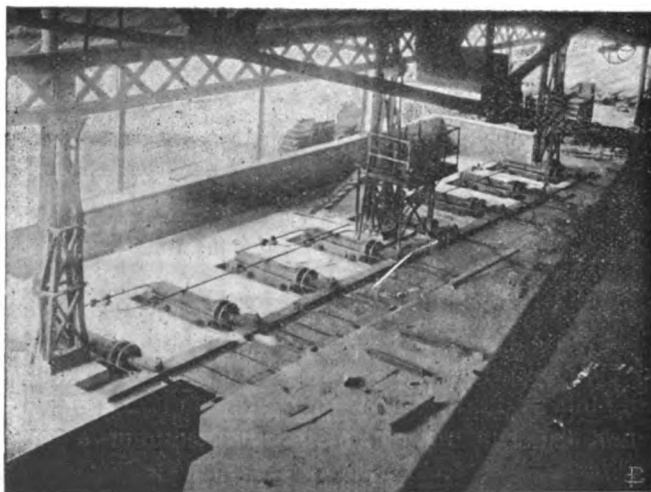



Fig. 35. — Siderurgica di Savona.
Pressa orizzontale idraulica per raddrizzamento delle rotaie.

Una volta sieno completati gli impianti della Società Elba per la fabbricazione dei lingotti Bessemer, la Siderurgica di Savona potrà laminare sino a 700 tonn. al giorno.

***

Le nuove acciaierie col processo Martin sono caratterizzate da una disposizione che viene normalmente adottata e che è illustrata nella sezione della fig. 39 in modo assai schematico. A differenza dei vecchi impianti tutto quanto il forno colle camere ricuperatrici è sopra suolo. Tutte le manovre compreso il caricamento sono meccaniche ed i gasogeni sono aderenti o molto vicini e il lavoro si svolge in condizioni igieniche.

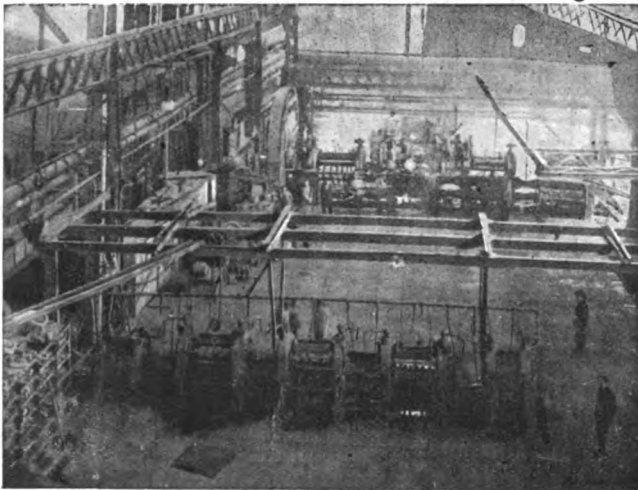



Fig. 36. — *Siderurgica di Savona. Treni per piccoli profilati.*

Mediante montacarichi, il materiale arriva al piano superiore ove vengono preparate le cariche di rottame e messe in fila. Ogni carica è disposta in una specie di grande cucchiaio in lamiera, il quale può essere preso in testa dall'estremità dello stantuffo orizzontale di una macchina caricatrice. Questa macchina può girare attorno al suo asse verticale e correre come un carrello ordinario su carroponte. Può anche essere fissata su un carrello scorrevole sul piano di caricamento, come abbiamo visto parlando degli impianti di Savona.

Il caricamento nel forno si fa girando la macchina di 180°, avan-

zando lo stantuffo e voltando il cucchiaio. In questo piano è anche il maglietto delle prove. La parte libera sotto il piano di caricamento

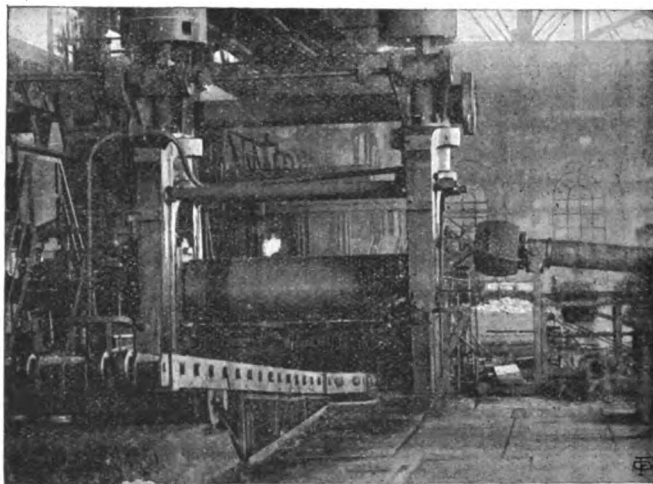



Fig. 37. — Siderurgica di Savona. Treno lamiere.

permette facilmente qualunque lavoro di riparazione alle valvole e alle camere ricuperatrici, che è invece penosissimo quando queste

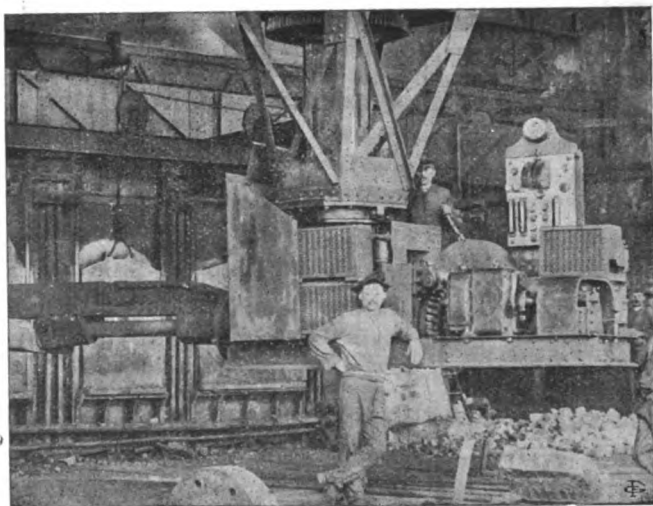



Fig. 38. — Siderurgica di Savona. Macchina Stuckenholz per forno a lamiere.

sono nel sotterraneo (piano di caricamento al livello del suolo dell' officina) come nelle vecchie installazioni.

La fusione si fa anteriormente, in fossa o no, generalmente in sorgente e con carro apposito.

Anche i gasogeni sono dei tipi più moderni: Morgan, Peters, Simson.

Moltissime sono ormai le nostre installazioni di forni Martin che rispondono a questi concetti di base ed io sono lieto di poter riportare qualche particolare delle « Acciaierie Italiane a Bolzaneto » che, pur non essendo un impianto recentissimo, è stato razionalmente studiato e può dare bene un' idea sintomatica delle moderne acciaierie anche in corso di costruzione.

Le Acciaierie Italiane di Bolzaneto. — La fig. 40 mostra un insieme non completo dello stabilimento, ma dal quale si può rilevare: a destra la centrale a vapore l' officina laminatoi e gli uffici, in mezzo l' acciaieria, a sinistra il magazzino rottami e la berta.

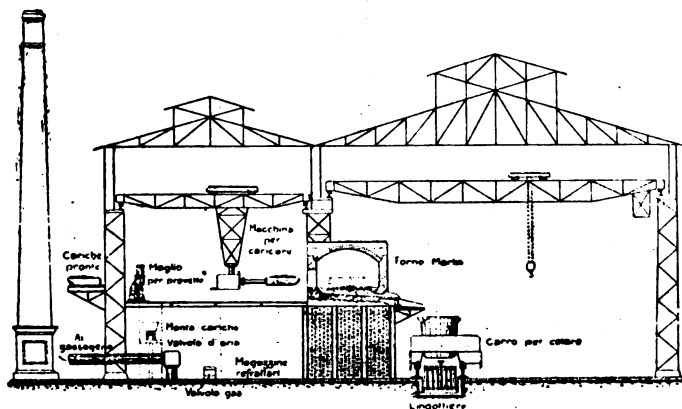



Fig. 39. - Schema-sezione della disposizione normale di una moderna acciaieria Martin.

È manifesto l'ordine sopratutto dei piazzali, la classificazione dei ferri finiti, il deposito cilindri, ecc. La disposizione generale è data dalla fig. 41.

L' accaieria comprende 4 forni Martin da 25 tonn. e può produrre 300 tonn. al giorno; 4 montacarichi elettrici in testa ai forni servono a portare il materiale al piano di caricamento. I forni sono serviti da 4 gasogeni Simson ad aria soffiata con valvole a cassetto per gas (tipo Forter).

Le fig. 42 e 43 sono appunto due viste dell'acciaieria in un momento di trasformazione per l' impianto di un nuovo forno Martin, e precisamente la fig. 42 si riferisce al piano di caricamento (con

macchina Stuckenholz) sollevato dal piano di colata che si vede nella fig. 43. Le lingottiere sono quasi tutte sopra il pavimento; non vi è fossa di colata.

La fig. 44 mostra una disposizione caratteristica: a sinistra la tettoia dei forni Martin, in mezzo il deposito lingotti: a destra il magazzino di ferri profilati, la gru a ponte del deposito lingotti può servire i detti tre riparti mediante un carrello speciale a volata che si vede chiaramente segnato.

Fig. 40. - Vista generale delle acciaierie di Bolzaneto.

Lo stabilimento copre circa 80.000 mq., ha 1500 HP di forza e produce 60.000 tonn. all'anno di ferri profilati, specialmente minuti.

***

Io non pretendo di avere esaurito l'argomento dell'industria siderurgica italiana che parte dai rottami.

Il processo Martin (che ne torma il perno principale) è troppo conosciuto perchè io mi ci debba fermare. Presentando pochi esempi di quello che si è fatto e si sta facendo da noi e nel modo più sintetico che ho potuto, mi è parso di poter convincere che non soltanto un grande lavoro si è compiuto e si compie, ma altresì che esso si svolge con concetti veramente modernissimi.

Così, come ho detto di Savona, di Bolzaneto, di Pra, di Voltri, ecc., potrei parlare di altri impianti importantissimi nella *Liguria* tutta,da Savona a Genova, a Pontedecimo, a Busalla, ecc., ecc.; in *Piemonte,* a Savigliano, a Bussoleno e a Pont S. Martin; in *Lombardia,* a Rogoredo, a Sesto S. Giovanni, a Dongo, a Lovere, a Vobarno, a Omegna, a Brescia, ecc; in *Toscana,* a S. Giovanni Valdarno; nel *Veneto,* ad Udine, ecc.

E come non provare un senso di rincrescimento nel non poter dire adeguatamente di tutte queste grandi officine, in ognuna delle quali tecnici modestissimi lavorano al risorgimento della nostra siderurgia con l'opera diurna e paziente? E come non desiderare almeno un accenno sulla applicazione dei motori elettrici ai treni

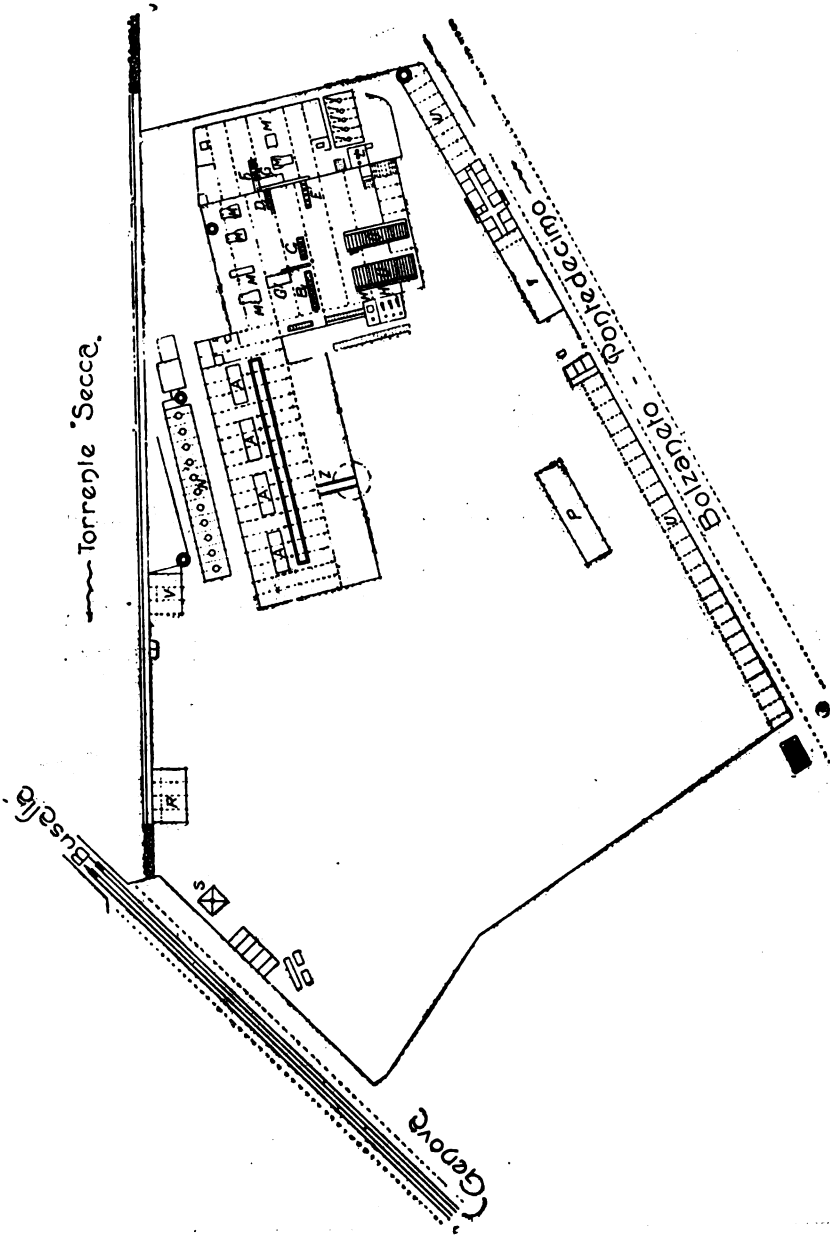



Fig. 41. - Le acciaierie di Bolzaneto. Piano generale.

A Forni Martin-Siemens da 25 tonn. - *B* Laminatoio da 500 mm. - *C* Idem da 500 mm. - *D* Idem da 500 mm. - *E* Idem da 300 mm. - *F* Laminatoio per lamiere sottili - *G* Motrici a vapore da 700 HP. - *H* Idem da 80 HP. centrale elettrica - *H'* Motrici a nafta (Diesel) da 80 HP centrale elettrica. - *I* Caldaie tipo Cornovaglia da 106 mq. l'una. *L* Idem da 80 mq. l'una. - *M* Forni a gas per riscaldo. - *M'* Forni a riverbero - *S* Capra per spezzatura rottami - *R* Cesoie. - *N* Gasogeni - *O* Piani a rulli. - *P* Raddrizzatura profilati. - *T* Aggiustaggio. - *U* Magazzini. - *V* Fonderia - *Z* Deposito lingotti con ponte elettrico.

sino di 1000 HP, sulla fabbricazione dei tubi, dei ferri minuti, la laminazione per la latta con i nuovi treni della **Magona d'Italia**, della **Siderurgica d'Oneglia**, della **S. A. Acciaierie e Ferriere Lombarde?**

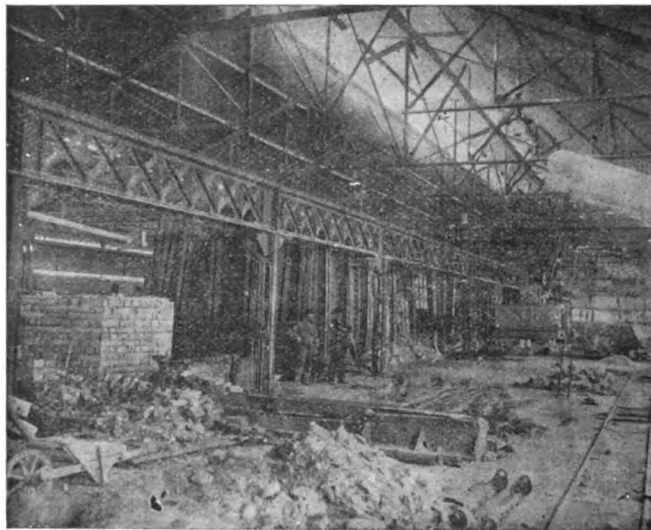



Fig. 42. - Acciaierie italiane di Bolzaneto. I forni Martin al piano di caricamento.

Ma con ciò io sorpasserei i limiti imposti da questa rapida rassegna e conviene quindi seguirmi nel campo più interessante della nuovissima industria basata sulla produzione dell'acciaio, partendo dal minerale.

Fig. 43. - Le acciaierie italiane di Bolzaneto. I forni Martin al piano di colata.

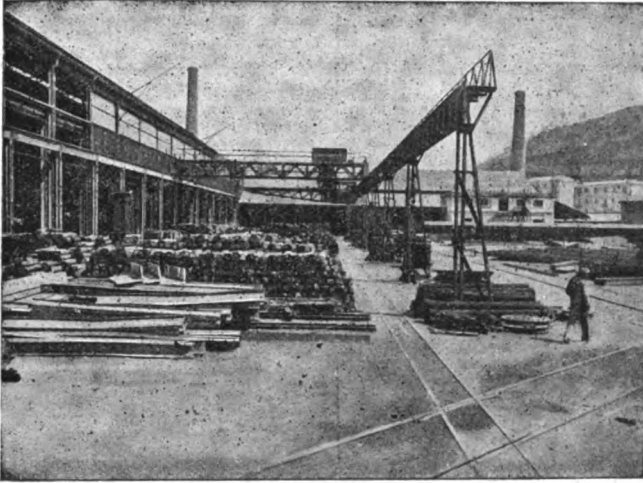



Fig. 44. - Acciaierie italiane di Bolzaneto.
Deposito dei lingotti e dei ferri profilati.

III.

L'INDUSTRIA CHE HA PER BASE IL MINERALE.

STATO ATTUALE DELLA SIDERURGIA ITALIANA.

Prima di parlare di alti forni a coke, richiamerò alcuni fatti fondamentali ai quali ho accennato in principio e che è bene specificare.

Secondo le esperienze più recenti, si sa che dalla fusione del minerale in un alto forno a coke si sviluppano intorno a 4600 mc. di gas per tonn. di ghisa prodotta, gas che ha un potere calorifico oscillante tra 950 e 1000 calorie. Di questo, la metà circa viene impiegata nei *Coowpers* per il riscaldamento dell'aria soffiata all'alto forno e nelle perdite inevitabili. Restano 2300 mc. i quali, depurati in parte dalla polvere che contengono, sino a ridurla a gr. 0,05 per mc., e del vapore d'acqua, possono essere convenientemente utilizzati per i grandi motori a gas con un rendimento almeno 3-4 volte maggiore di quello che si avrebbe bruciandoli direttamente sotto caldaie a vapore.

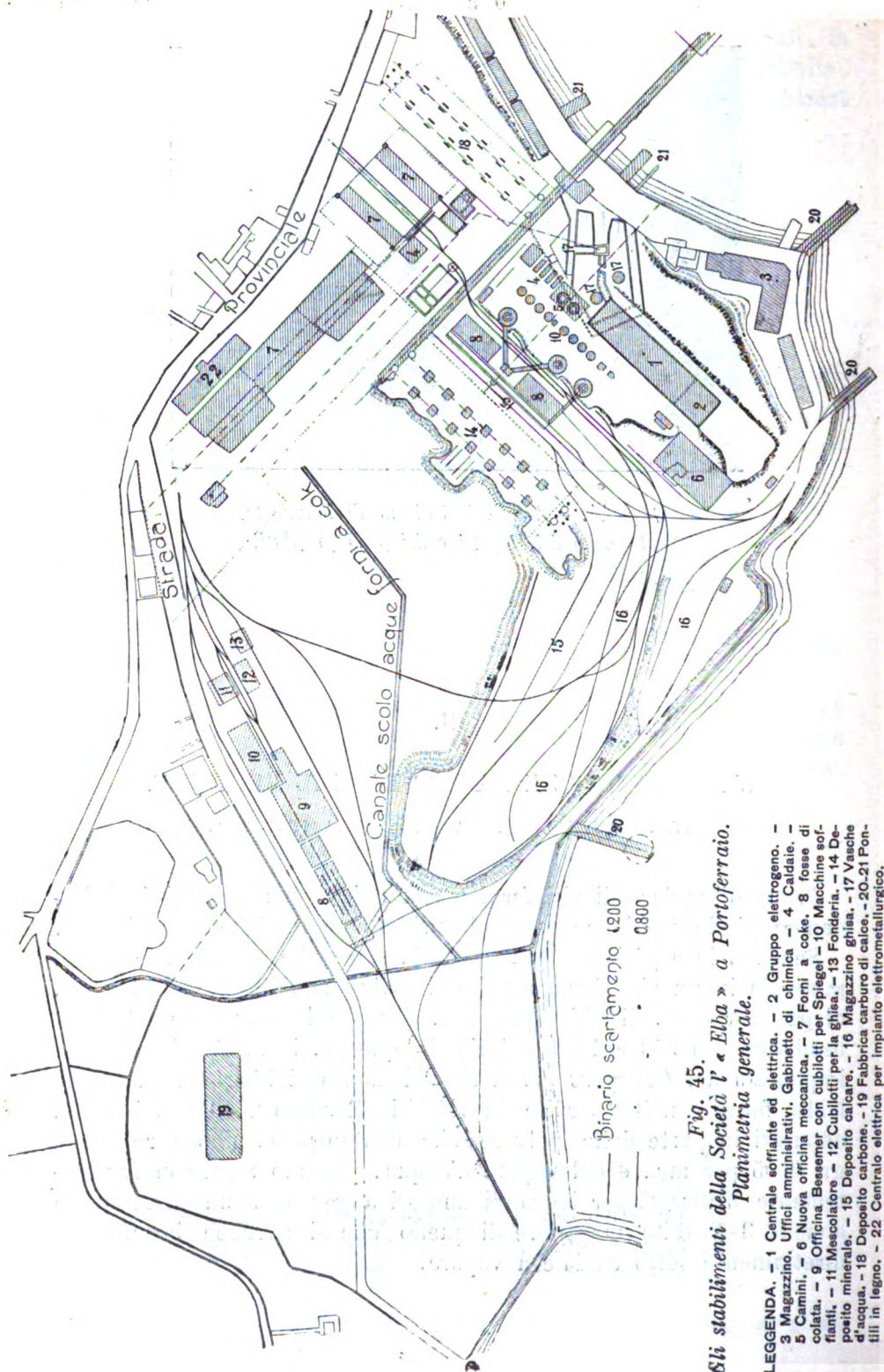



Fig. 45.

Gli stabilimenti della Società l' « Elba » a Portoferraio. Planimetria generale.

LEGGENDA. – 1 Centrale soffiante ed elettrica. – 2 Gruppo elettrogeno. – 3 Magazzino. Uffici amminislrativi. Gabinetto di chimica – 4 Caldaie. – 5 Camini. – 6 Nuova officina meccanica. – 7 Forni a coke. 8 fosse di colata. – 9 Officina Bessemer con cubilotti per Spiegel – 10 Macchine soffianti. – 11 Mescolatore – 12 Cubilotti per la ghisa. – 13 Fonderia. – 14 Deposito minerale. – 15 Deposito calcare. – 16 Magazzino ghisa. - 17 Vasche d'acqua. - 18 Deposito carbone. - 19 Fabbrica carburo di calce. - 20-21 Pontili in legno. - 22 Centralo elettrica per impianto elettrometallurgico.

Per ogni cavallo di forza sviluppata occorrono circa 3 mc. di gas: si avrebbero quindi circa 770 HP-ora per ogni tonn. di ghisa prodotta nelle 24 ore, ossia $\frac{770}{24} = 32$ HP circa. Tenuto conto che $^1/_5$

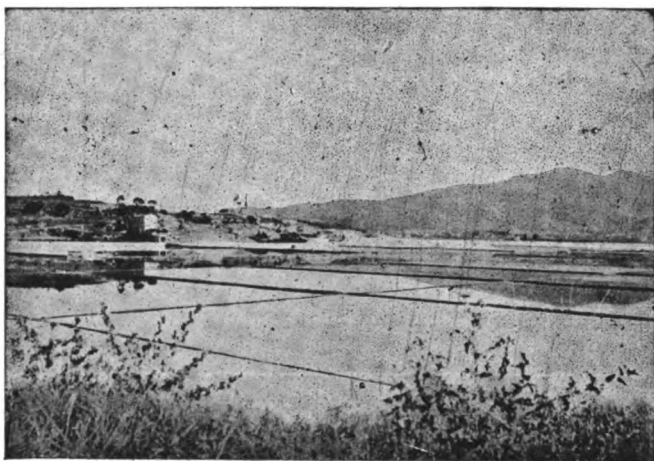



Fig. 46. - *Le saline di Portoferraio, dove sono attualmente gli stabilimenti della Società l' « Elba », com'erano nel* 1900.

di questa forza viene impiegata per i servizi accessori del forno, si hanno ancora disponibili 26,4 HP e quindi, per un forno di 200 tonn. un totale di 5300 HP circa.

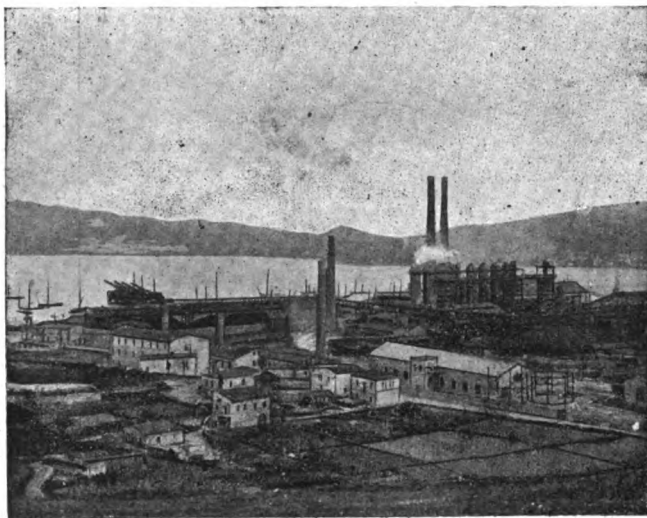



Fig. 47. - *Gli stabilimenti della Società l' « Elba » nel* 1908.

Analogamente, dai forni a coke a ricupero tipo Otto e derivati non solo si possono ricavare i sotto-prodotti, come catrame, ammoniaca e benzolo, ma, quando si adoperi litantrace un poco grasso,

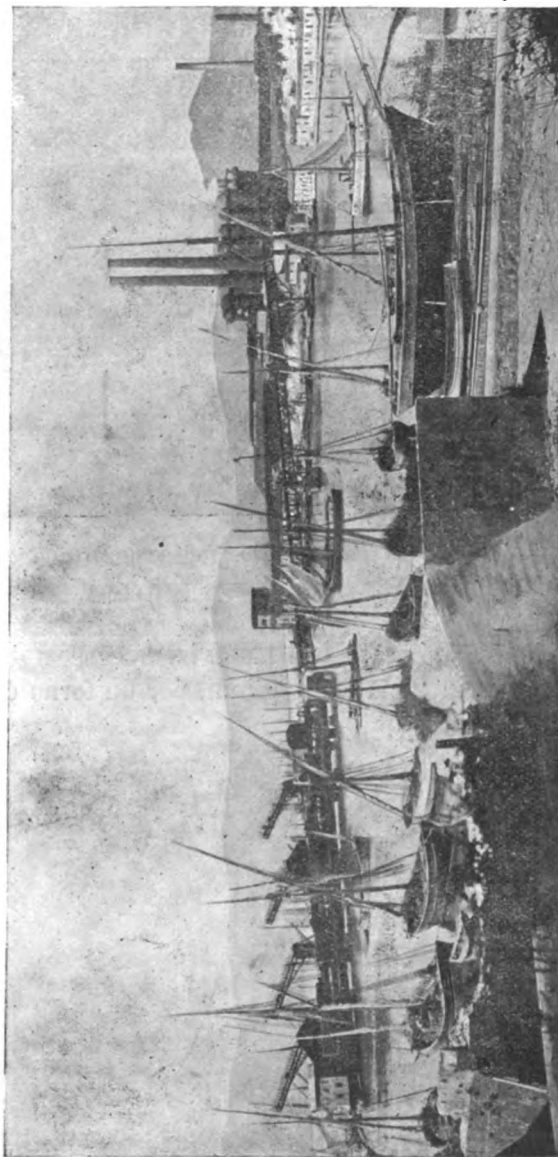



Fig. 48. - Società l' « Elba ». Il ponte di scarico degli Alti Forni.

si ha ancora una resa del 30 % del gas prodotto e depurato, utilizzabile direttamente nelle macchine a gas, mentre il 70 % è impiegato nella distillazione del carbon fossile e servizi inerenti.

Poichè ogni tonn. di carbon fossile dà circa 250 mc. di gas a 4500 calorie, si avrebbero circa 5 HP ricavabili dal 30 % di questa produzione e, ammesso che una tonnellata di fossile dia in media

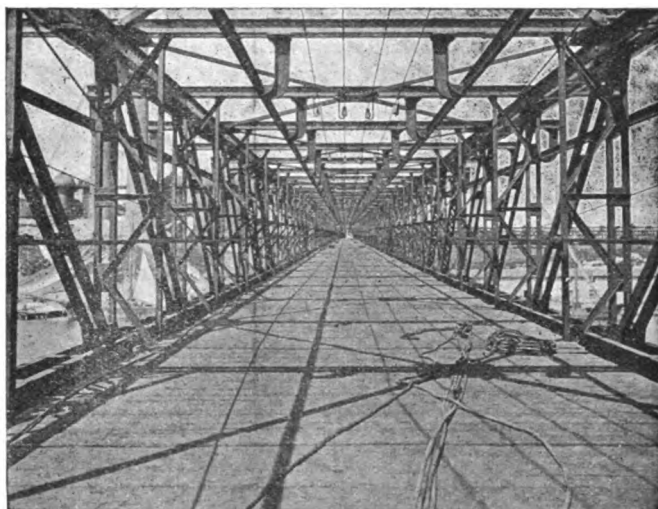



Fig. 49. - *Società l' « Elba ». Sezione del ponte di scarico.*

700 kg. di coke, si ha che per una batteria di forni a coke capace di produrre 200 tonn. al giorno — quanti ne possono occorrere

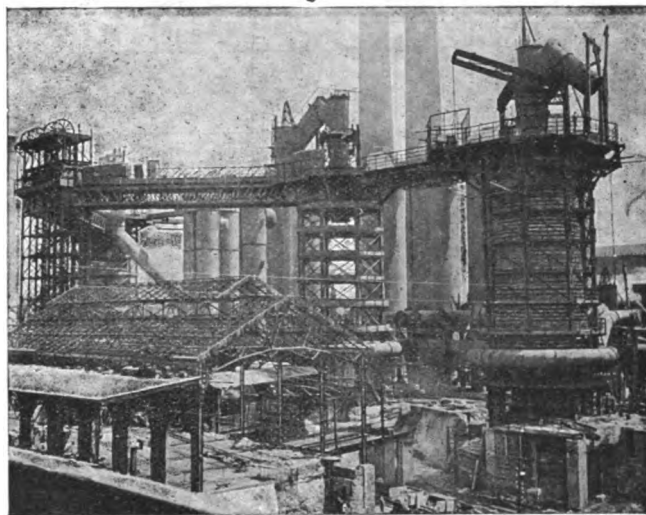



Fig. 50. - *Società l' « Elba ». I tre Alti Forni.*

per un alto forno di 200 tonn. — si hanno disponibili altri $\frac{200 \times 5}{0,70} =$ 1500 HP circa.

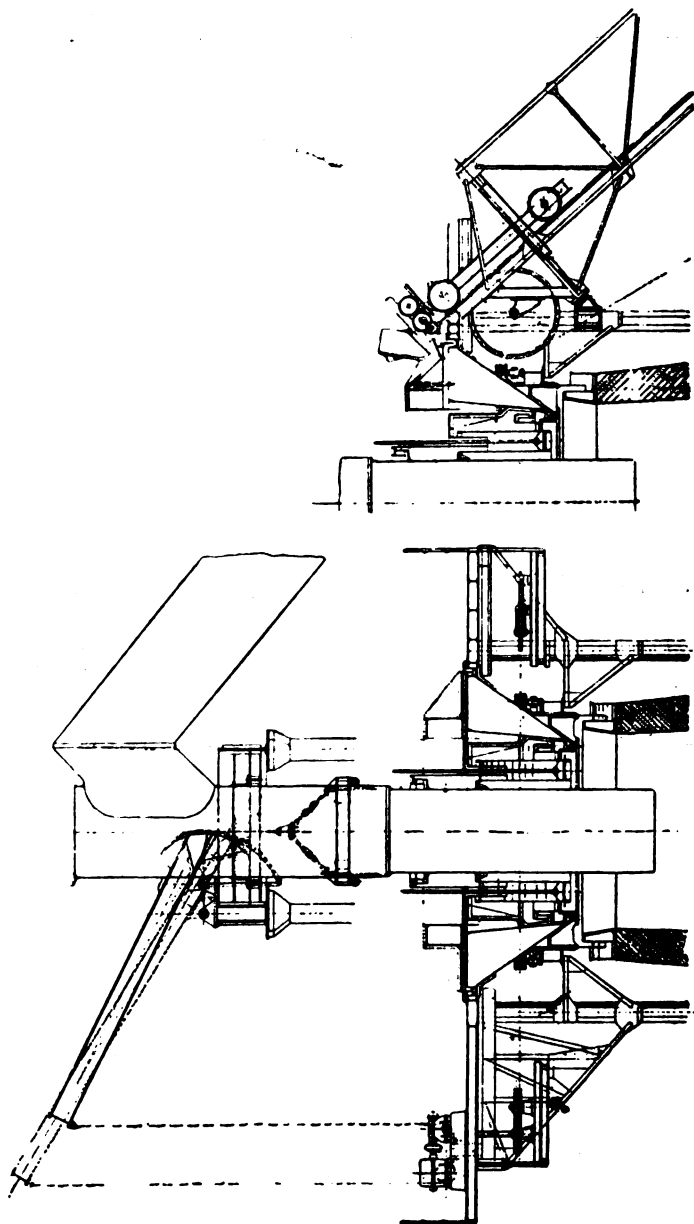



Fig. 51. - Alti Forni dell' « Elba ».
Doppia Campana a chiusura idraulica per la presa del gas alla bocca dell'alto forno e disposizione pel caricamento automatico.

A questi 1500 se ne devono aggiungere quasi altrettanti ricavabili dall'alta temperatura dei gas bruciati che vanno al camino,

temperatura che può essere utilizzata in gruppi di caldaie tubolari producenti vapore surriscaldato.

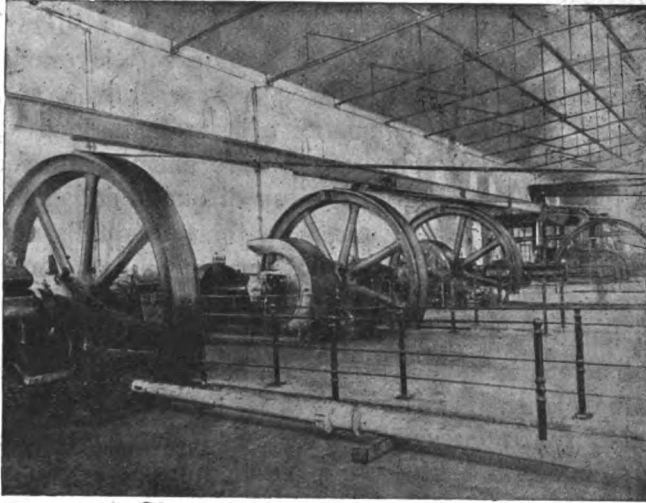



Fig. 52. - Società l' « Elba » La centrale a gas.

Un maggior rendimento in gas può ottenersi coi forni Coppée, i quali hanno le camere di ricuperazione del calore come quelli adottati dalla Società « l' Elba » e allora, naturalmente, i gas sfuggono al camino a bassa temperatura e già completamente utilizzati. Va da sè che il mezzo migliore per utilizzare tutta questa forza mo-

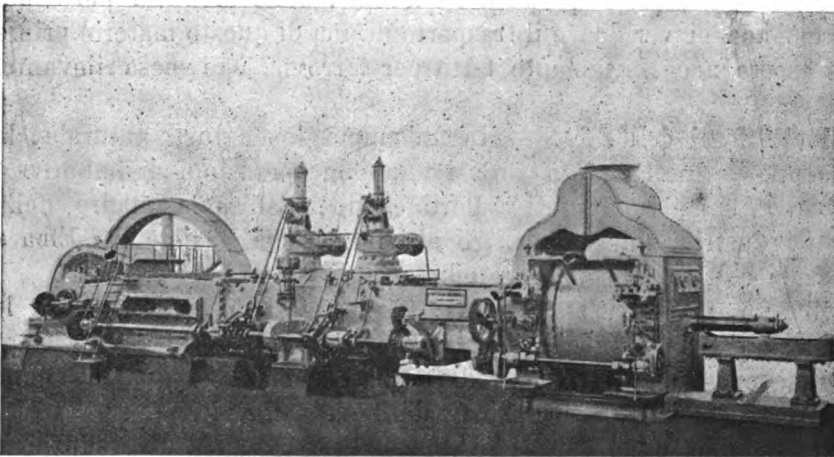



Fig. 53. Società l' « Elba »
Macchina a gas soffiante tipo Cockerill a 4 tempi e doppio effetto da 1200 HP.

trice, corrispondente ad un forno di 200 tonnellate e prodotta nella centrale di macchine a gas e a vapore, è quello di trasformarla in energia elettrica.

Ma gli alti forni non si prestano soltanto alla utilizzazione dei gas e delle fiamme perdute in un ciclo chiuso di lavorazione o per dare energia elettrica a basso prezzo; essi producono scorie, che possono essere impiegate come tali o lavorate in luogo per prodotti diversi. E d'altronde bisogna pensare che un alto forno produce scorie in peso uguale o maggiore di quello della ghisa colata e, poichè la densità di esse è circa un terzo di quella della ghisa, si comprende quale enorme ingombro producono se non vengono in qualche modo utilizzate. — Ecco quindi altri rami di industria. Le scorie o loppe si possono trasformare in sabbie atte a dar cementi o addirittura in cementi idraulici, in mattoni, in lana di scorie per materiali isolanti, in vetro.

Gli altri materiali necessari all'industria (calcare e minerale manganesifero) si hanno a basso prezzo da alcune coste italiane; l'industria nostra deve quindi, per tutti questi riguardi, trovarsi in buone condizioni se si pensa che sono esclusi i trasporti per terra di materie prime, che il minerale di ferro è di qualità più che ottima e a basso prezzo e che la razionale utilizzazione del carbone compensa largamente la spesa che può occorrere per trasportarlo, sempre per mare, dal luogo di estrazione.

E del resto, se all'estero vi sono degli alti forni impiantati là dove la natura è stata così benigna da collocare le cave di minerale assai prossime a quelle del carbone, nella maggior parte dei casi ciò non si verifica e il trasporto di una di queste materie prime deve essere necessariamente fatto per ferrovia, con spesa rilevante.

Gli alti forni dell'Elba. — In un'ampia insenatura naturale, la quale può permettere con tutti i tempi le operazioni di imbarco e di sbarco, sono impiantati a Portoferraio, nell'isola madre della nuova industria siderurgica, gli alti forni della Società l'« Elba » che fa la coltivazione delle miniere.

Dalla pianta dello stabilimento (fig. 45) si possono rilevare le installazioni principali che lo compongono.

Non è privo di interesse vedere ciò che esisteva qualche anno fa nel luogo dove ora sorge lo stabilimento (fig. 46).

Erano saline, oggi colmate e coperte di apparecchi di produzione. Là dove è segnato quel piccolo caseggiato ora è un alto forno, la collina è stata anch'essa spianata. Oggi lo stabilimento si presenta

come alla fig. 47. Il mare resta dalla parte opposta degli alti forni. Si vedono i tre alti forni, le batterie dei forni a coke, ecc.

Il minerale e il carbone vengono scaricati per mezzo di un ponte a mare lungo circa 100 metri e largo 16 (fig. 48).

Il *ponte di scarico* è in ferro e raggiunge tali profondità da rendere possibile scarico di vapori da tonnellate 6000. Mediante 9 gru — 4 per lo scarico del carbone, di una potenzialità di 1200 tonn. al giorno, e 5 per lo scarico del minerale, della potenza di 1400 tonn. — minerale e carbone sono innalzati e caricati nei vagonetti. Per mezzo di due linee aeree questi son trasportati e scaricati automaticamente nei varii punti dei magazzini ove è necessario. La figura 49 mostra una sezione del ponte. I carrelli del minerale scorrono sulle linee che restano interne, e quelli del carbone su quelle esterne ai due lati del ponte stesso.

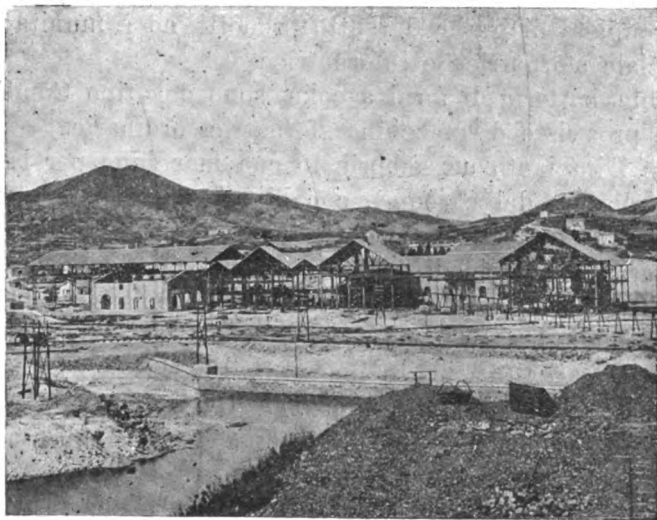



Fig. 54. - *Società l' « Elba ». L'accciaieria Bessemer.*

Gli *alti forni* sono tre, della produzione media di circa 200 tonn. ciascuno, nelle 24 ore. I materiali sono innalzati mediante due grandi ascensori verticali (fig. 50), ai quali si aggiunge ora un altro impianto di piani inclinati che permette il carico e lo scarico dei carrelli in modo completamente automatico. Il terzo alto forno, in costruzione, è del tipo Lürmann, ma perfezionato sotto molti aspetti, specialmente per riguardo al crogiuolo in grafite, facilmente ricambiabile e provvisto di speciale corazzatura, per quanto riflette la doppia chiusura del *cup-and-cone* e del caricamento.

Con una disposizione ingegnosissima della doppia campana e di chiusure idrauliche, riportata alla fig. 51, è assicurata la tenuta del gas durante la carica, non solo, ma il cono di carico è provvisto di un movimento rotatorio, in modo che variando la velocità di questo si possono in un giro completo scaricare automaticamente un numero maggiore o minore di carrelli che arrivano dal piano inclinato, a seconda che si tratta di minerale, di carbone o di calcare. Uno o due uomini possono, senza fatica, manovrando il motore, regolare la carica del forno.

Il forno è provvisto di *Coowpers* che scaldano l'aria sino a 800°, di apparecchi per raccogliere le polveri dei gas con relative tubazioni, di tre depuratori Theisen. I forni a coke sono in 3 batterie comprendenti complessivamente 160 celle capaci di una produzione totale media di oltre 600 tonn, di coke metallurgico al giorno.

La più importante di queste batterie (in costruzione) è a ricuperazione completa di gas e di sotto-prodotti ed è munita di macchina speciale sfornatrice e infornatrice.

Le vecchie batterie di forni a coke sono del tipo Coppée senza ricupero e provviste di macchine sfornatrici ordinarie.

Completa l'impianto un fabbricato con macchine per la triturazione e vagliatura del carbone, con binari e vagoncini per il trasporto del coke sino alla base degli ascensori, ecc.

Sei batterie di caldaie di 4000 mq. sono riscaldate con gas dei forni a coke. Due caldaie son del tipo moltitubolare (2500 mq.) e 4 del tipo Cornovaglia (1500 mq.).

La *centrale a gas* (fig. 52) è lunga m. 105, larga 24 e contiene: 2 soffianti a gas di 1500 HP, 1 di 600 HP, 2 di 1200 HP (fig. 53) e 4 dinamo a corrente continua accoppiate a macchine a gas per 1000 Kw ed 1 a vapore per 200 Kw.

La corrente elettrica serve per l'acciaieria e per tutti i diversi servizi dello stabilimento (ponte di scarico, montacarichi, pompe, ferrovie, carri-ponti, grue, ecc.). Due circuiti separati servono per la luce, uno per gli archi, l'altro per le lampade a incandescenza. Una parte della corrente vien trasformata a 1000 volt per trasportarla a punti lontani ove sono motori applicati alle pompe di estrazione (località Foci).

Questa centrale è molto interessante perchè in essa è rappresentato tutto il progresso delle macchine a gas a 4 tempi realizzato nelle macchine Cockerill, a partire dal tipo classico che già figurò all'Esposizione di Parigi del 1900 (semplice effetto) sino all'ultimo perfezionato (1906). Quest'ultimo, insieme alla macchina soffiante, è riportato

alla fig. 53. Una delle macchine a gas è della Maschinenfabrik-Nurnberg e si distingue per la sua eleganza e la regolarità di marcia.

L'*acciaieria Bessemer* (fig. 54 è impiantata vicino agli alti forni e in modo da poter trattare la ghisa fluida appena colata. Potrà produrre circa 600 tonn. di acciaio in 24 ore.

Si compone di:

a) Un mescolatore a freddo di 150 tonn., nel quale la ghisa sarà versata con l'aiuto di un potente ascensore idraulico.

b) Due cubilotti per la ghisa (come riserva).

c) Due cubilotti per lo *spiegel* (per le aggiunte finali).

d) Una tettoia per convertitori Bessemer, palco di comando, ecc.

e) Una tettoia per lingotti con tre carri-ponti di cui uno a *stripper*.

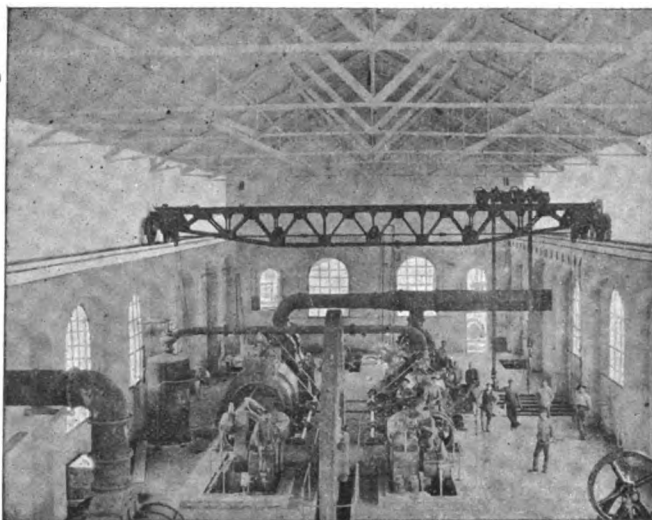



Fig. 55. - *Società « l' Elba ». La Centrale a vapore dell'acciaieria Bessemer.*

La centrale dell'acciaieria Bessemer (fig. 55) comprende una grande macchina soffiante a vapore di 1500 HP (La Meuse), due ventilatori Root pei cubilotti e due pompe a 25 atm. per i montacarichi idraulici.

L'eccesso disponibile di gas e di vapore sarà utilizzato in una nuova grande centrale elettrica destinata a fornire l'energia necessaria al nuovo *impianto elettrometallurgico*.

Una prima installazione si compone di:

Tre macchine a gas di 1300 HP ognuna;

Un turboalternatore di 2000 Kw.

Le macchine a gas sono della Maschinenfabrik (MAN) di Norimberga e sono assai ben studiate. Sono a 4 tempi con cilindri in tandem, del tipo già conosciuto; il raffreddamento dei cilindri è fatto con acqua marina.

Queste macchine sono direttamente accoppiate ad alternatori monofasi di 5000 volt con eccitatrice coassiale.

I forni elettrici che servono alla fabbricazione del carburo di calce sono grandi unità ad alto rendimento, di un tipo assolutamente nuovo.

Invece per i servizi accessori, come ventilatori, gru, pompe, ecc. provvede una motrice a vapore verticale da 250 HP pure della MAN direttamente accoppiata ad alternatore trifase a 550 volt.

Fig. 56. – Società Alti Forni e Fonderie di Piombino. Vista generale dello stabilimento (dalla parte della strada provinciale.

Società alti forni e fonderie di Piombino. — Lo stabilimento di questa Società (figura 56 e 57), posto a Portovecchio, copre più di 80 ettari di terreno dal mare alla via provinciale sino alle prime case del sobborgo di Piombino.

I caratteri più salienti di questo stabilimento, e che lo pongono tra quelli di primo ordine, rispondono ai criteri generali di utilizzazione economica delle materie prime e

dei prodotti principali e secondari di lavorazione che ho già esposto precedentemente, insieme a una razionale applicazione di tutti i moderni mezzi meccanici potenti che servono per lo scarico ed il trasporto.

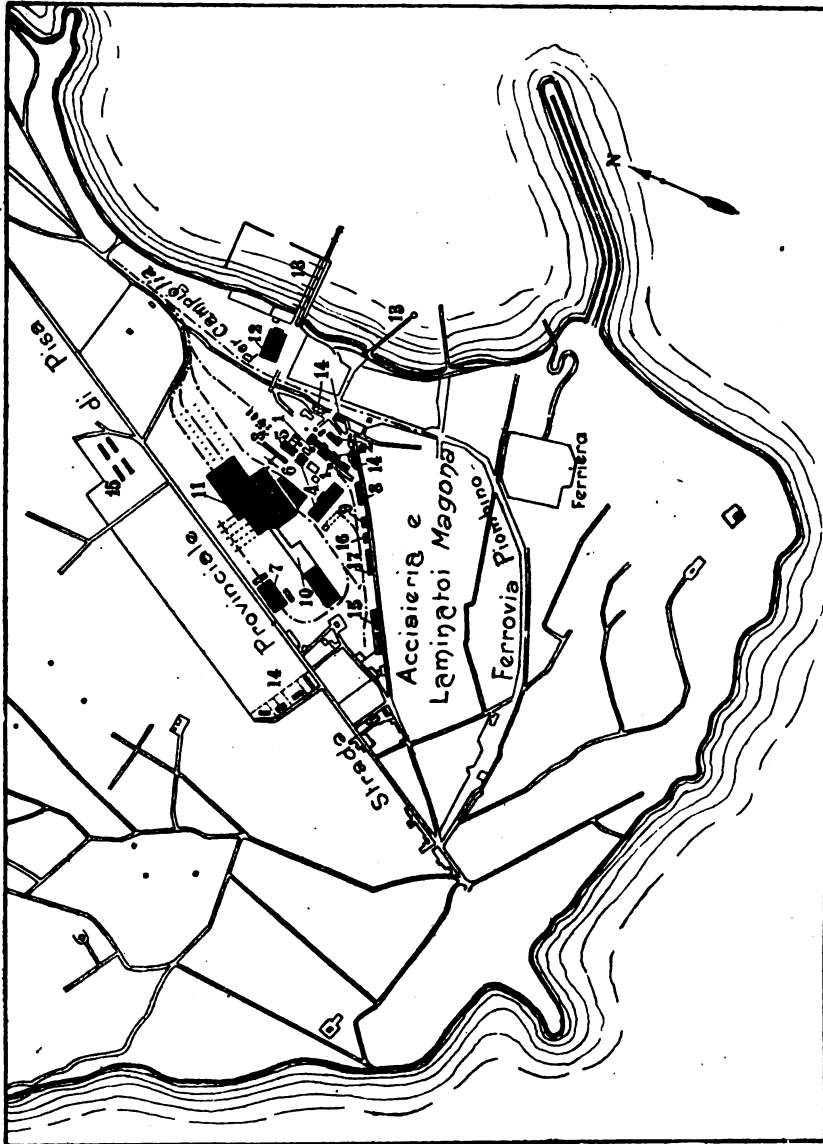



Fig. 57. - Società Alti Forni e Fonderie di Piombino. Pianta generale dello stabilimento.

LEGGENDA. - 1 Alti forni. - 2 Fonderia. - 3 Forni a coke. - 4 Centrale elettrica. - 5 Caldaie a vap. - 6 Scorta di minerale. - 7 Officina meccanica. - 8 Officina modelli. - 9 Uffici. - 10 Acciaierie. - 11 Laminatoi. - 12 Fabbrica cemento. - 13 Pontile di scarico. - 14 Abitazione impiegati - 15 Case operaie. - 16 Laboratorio chimico. - 17 Magazzino.

Le comunicazioni dello stabilimento col mare sono assicurate da un piano inclinato facente capo ad una rete di binari a scartamento

ridotto e da una ferrovia aerea Bleichert, che dal ponte a mare si diparte ai vari punti dello stabilimento. Questo è anche raccordato alle Ferrovie dello Stato. Lo scarico dei materiali al mare è affidato ad un sistema di grue Temperley poste alla banchina d'una darsena appositamente scavata.

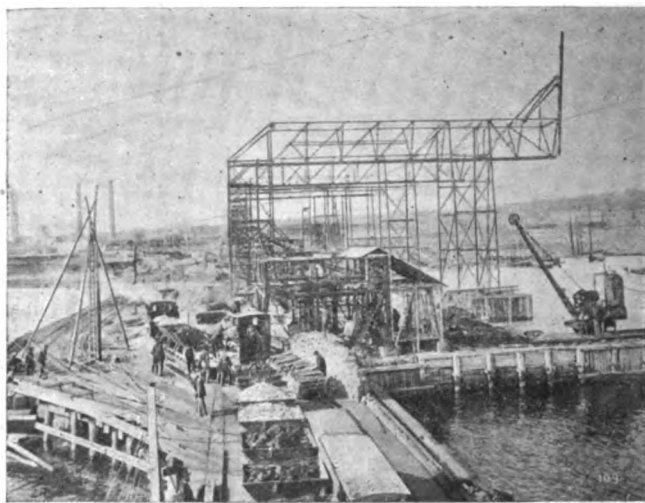



Fig. 58. - *Società Alti Forni e Fonderie di Piombino. I lavori della darsena.*

Le fig. 58 e 59 dimostrano lo stato e l'importanza dei lavori della darsena e della filovia nel mese di maggio.

Come ho già accennato, la fabbricazione comincia con la trasformazione del carbon fossile in coke e del minerale in ghisa e continua con l'affinaggio della ghisa dei forni Martin per la produzione di lingotti d'acciaio e colla laminazione di questi in rotaie e profilati diversi.

I *forni a coke* comprendono un impianto preesistente di forni Coppée senza ricupero di sottoprodotti ed un altro di forni Otto a ricupero (fig. 60), servito da una macchina pressatrice, infornatrice e sfornatrice.

Il carbone fossile, macinato previamente in un mulino, viene impastato e pressato in un blocco parallelepipedo di circa 10 tonn., e di dimensioni atte alla capacità di una cella. La macchina lo introduce in questa e lo spinge fuori dopo la cottura, incandescente; vien quindi spento con getti d'acqua a pressione.

Il ricupero si limiterà per ora ai sottoprodotti più importanti,

come i gas, il catrame e l'ammoniaca, trascurando il benzolo, per il quale la richiesta è scarsa e la rimunerazione incerta.

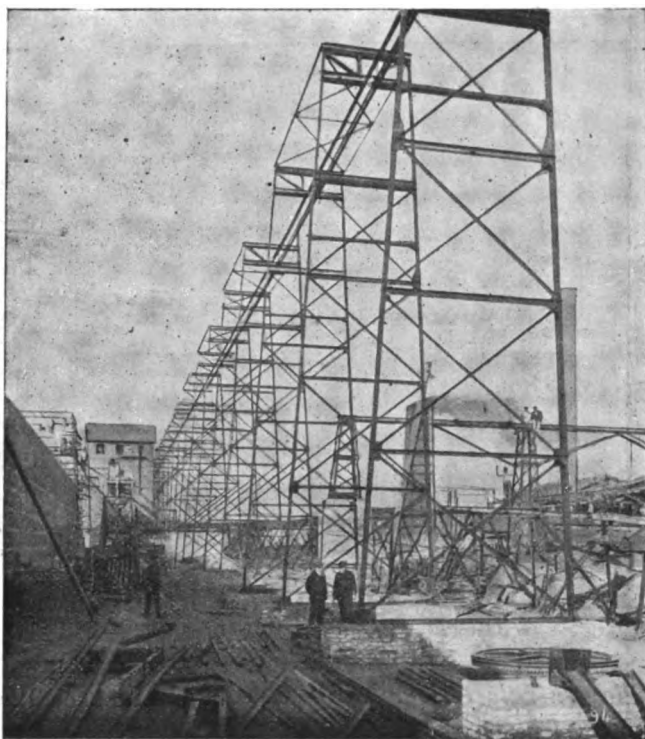



Fig. 59. - *Società Alti Forni e Fonderie di Piombino. Parte della filovia in costruzione.*

I gas prodotti dalla distillazione son condotti agli apparecchi di ricupero per aspirazione con eiettori a vapore e, dopo depurati dell'ammoniaca e del catrame, tornano in parte a bruciare nei forni e in parte sono utilizzati direttamente nelle macchine a gas, mentre le fiamme perdute vanno alle caldaie.

Gli *alti forni* sono due, uno di 75, l'altro di 200 tonn. del noto tipo Lürmann. Il secondo (fig 61) è con caricamento a doppia campana. Caricamento con piani inclinati, non automatico.

I gas degli alti forni vengono depurati dalle polveri passando prima attraverso grandi torri di depurazione a secco, poi attraverso due apparecchi centrifughi sistema Theisen e infine attraverso un separatore d'acqua formato da un certo numero di grandi setti forati.

I gas depurati vanno in parte a riscaldare gli apparecchi *Coowpers*

e il resto di essi vien condotto in un gasometro di 1000 mc. che li distribuisce a pressione costante ai motori a gas delle centrali e alle caldaie a vapore.

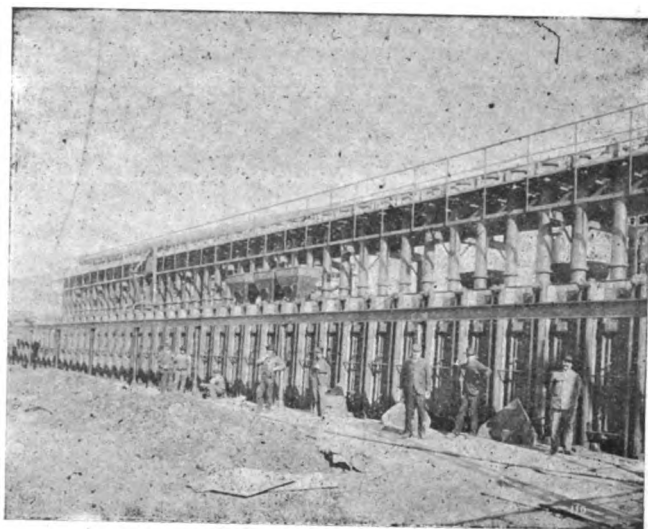



Fig. 60. - *Società Alti Forni e Fonderie di Piombino. Batteria di forni a coke (tipo Otto).*

La *grande centrale elettrica* (fig. 62) occupa un'area 125 m. × 35. Comprende:

Una macchina soffiante a gas, a quattro cilindri motori a doppio effetto . .	HP	1500
Una soffiante simile a due cilindri .	»	750
Una soffiante a vapore di	»	1200
Quattro alternatori con motrici a gas ciascuna di	»	1500
Due turboalternatori ciascuno di .	»	1500

Le macchine a gas sono a quattro tempi, doppio effetto, della Société Alsacienne de Constructions Mécaniques di Mulhouse.

La corrente prodotta è trifase a 3000 volt, 50 periodi.

L'acciaieria (fig. 63) ha tre forni Martin basici di 45 tonn. e un mescolatore a caldo (mixer) di 150 tonn. in un'ampia e bella tettoia e permetterà un lavoro agevole e ordinato.

L'acciaieria è provvista di tutti i mezzi moderni ai quali ho già accennato. Non vi è fossa di colata perchè le lingottiere saranno montate su carrelli mobili a piano terra.

La ghisa fusa dell'alto forno andrà direttamente al *mixer*, nel quale si opera un primo affinaggio, per passare poi ai forni Martin.

Si fonderà un solo tipo di lingotto.

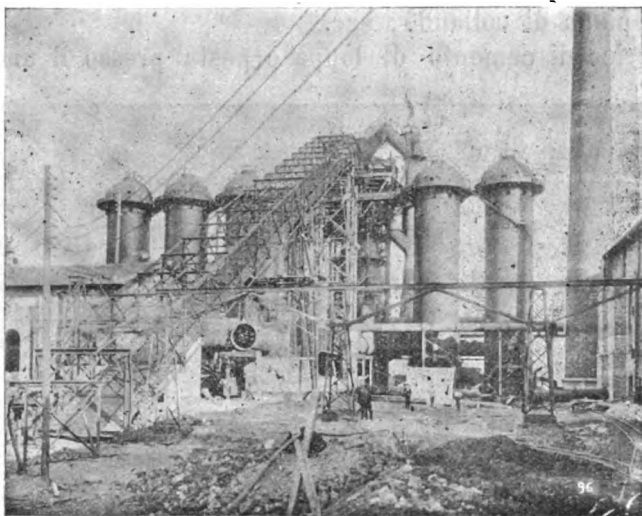



Fig. 61. - *Società Alti Forni e Fonderie di Piombino. L'alto forno di* 200 *tonn. in costruzione.*

All'acciaieria seguono i forni *Pits*, alcuni scaldati a gas, altri no, serviti da gru-*Strippers* per sollevare e chiudere automaticamente i coperchi, con tenaglia per prendere i lingotti, ecc.

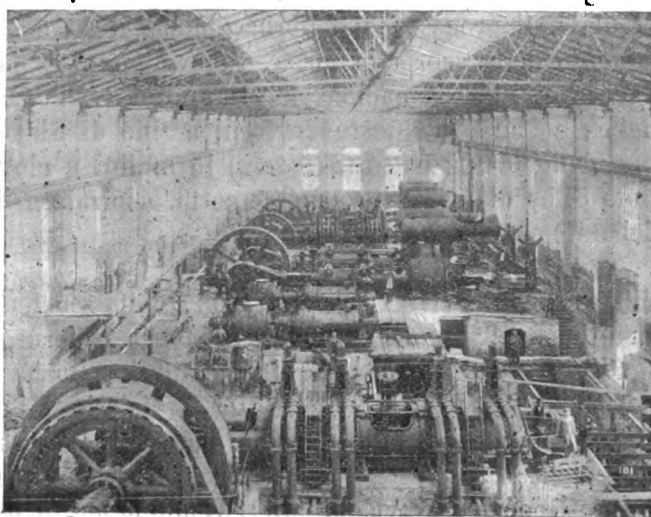



Fig. 62. - *Società Alti Forni e Fonderie di Piombino. La centrale.*

I laminatoi comprenderanno il *blooming,* un treno a rotaie e travi di grandi dimensioni con macchina a vapore riversibile, e altri treni a motori elettrici.

In seguito ai laminatoi, sono il parco a cilindri, le officine di finitura, il piano di collaudo, ecc.

La fabbrica di cemento di loppa è posta presso il mare e vi fa

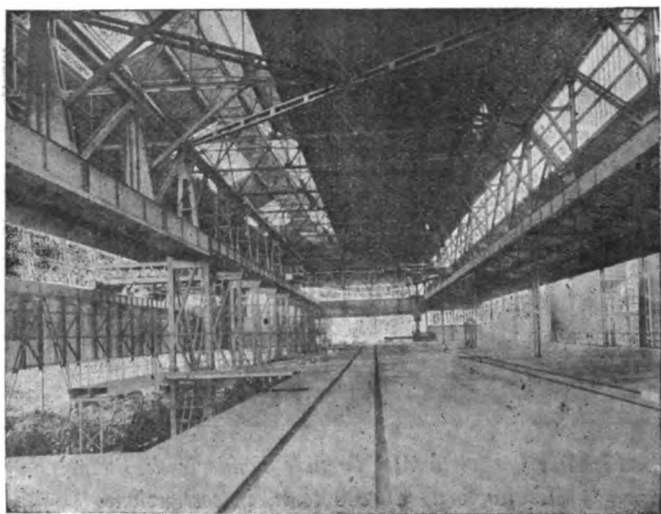



Fig. 63 - *Società Alti forni e Fonderie di Piombino.*
L' Acciaieria Martin al piano di caricamento dei forni.

capo la linea aerea proveniente dagli alti forni che vi conduce la scoria granulata. Il processo di fabbricazione è il seguente:

Asciugamento della scoria in forno, tubo montante, mescolatore di scoria secca e calcare, macinazione in mulini a palle, formazione di mattonelle, cottura di queste in forni a tino di ghisa soffiati, macinazione delle masse cotte (*Klinkers*) in mulini a ciottoli di silice. Vi sono Silos di macinato crudo e cotto, aspiratore di polveri, insaccatrici automatiche, ecc.

Lo stabilimento dell' « Ilva ». — Nel 1903, dalla Società « Elba » e specialmente per l'impulso dato all'industria siderurgica dalla « *Società Siderurgica di Savona* » principalissima azionista della Società « Elba », si pensò di erigere una acciaieria a Portoferraio a fianco degli Alti forni e tale però che potesse lavorare la ghisa liquida proveniente da questi e ridurla in sbarre laminate.

Mentre quest'idea maturava, nel 1904 venne la legge per Napoli.

Mercè questa, il Governo concesse una quantità di privilegi a quegli stabilimenti che sarebbero sorti nei dintorni di Napoli, e stabilì che una grande quantità di minerale elbano dovesse essere dato a prezzo eccezionalmente di favore a quella regione per essere ivi lavorato, mettendo per condizione che il prezzo di vendita dei ferri laminati fosse quello stesso praticato al porto di Genova.

Innanzi a questo fatto ed al risveglio delle attività industriali di quella parte dell' Italia Meridionale, la Società « Elba » finì per convincersi della convenienza di fondare un grande stabilimento presso Napoli anzichè l'acciaieria e i laminatoi a Portoferraio. Così « L' Ilva » ebbe vita.

Questo stabilimento dovrà avere 3 grandi alti forni della produzione complessiva di 600 tonn. al giorno, ma tutti gli impianti sono fatti in modo che in determinato numero di anni possano facilmente essere raddoppiati senza per questo distruggere le linee generali dell' installazione.

La ghisa liquida proveniente dagli alti forni sarà trattata con il processo Martin Siemens in forni di 50 tonn. di capacità. Uno o due grossi *mixers* di 250 tonn. di capacità serviranno per la prima affinazione e per rendere uniforme l'andamento dell'acciaieria.

L'acciaio verrà colato in lingotti di 4 o 5 tonn. ciascuno ed esso verrà per ora laminato in grossi profilati e in rotaie, mentre una grandissima parte di esso verrà trasformato in *blooms*, billette e bidoni che saran forniti vantaggiosamente a piccole ferriere e laminatoi sprovvisti di forni Martin.

Lo stabilimento (fig. 64) si trova in una zona dove per ora è difficile l'accesso, ma la società « Ilva » sta costruendo un ponte scaricatore di circa 400 m. di lunghezza e 20 di larghezza ove intende di scaricare il minerale e il carbone di cui ha bisogno e caricare i prodotti di laminazione. Il ponte sarà naturalmente provveduto di grue elettriche, ecc.

I vapori e i velieri, se sarà possibile, si avvicineranno al ponte, altrimenti si scaricheranno in chiatte e queste saranno avvicinate al ponte, da una flottiglia di rimorchiatori per le operazioni di sbarco.

I vapori possono approdare tanto nella rada di Nisida, che è riparata da tutti i venti, quanto a Pozzuoli, distante solo 4 km. dallo stabilimento e dove esiste un comodo porto con grandi fondali, bene difeso dalla tempesta, ed infine nel porto di Napoli.

Mentre però il ponte scaricatore serve per i prossimi bisogni dello stabilimento, un lavoro più importante e definitivo è allo studio, e

questo sarebbe un grandissimo molo il quale verrebbe a formare dirimpetto allo stabilimento, come vedesi dall'annessa pianta, figura 64 un comodo e sicuro porto. Un simile molo trova la sua ragione di essere nel seguente fatto:

Nella zona che si stende da Napoli a Fuorigrotta, passa la direttissima Roma-Napoli, la quale avrà a Fuorigrotta una stazione merci. La zona di Fuorigrotta è stata dal Municipio di Napoli destinata a diventare zona franca, ossia destinata a tutti quegli stabilimenti che potranno usufruire dei vantaggi della legge del 1904. Questa parte si estende per 500 ettari. È naturale che questa diventerà la più grande zona industriale di Napoli e quindi la stazione merci Fuorigrotta avrà un'importanza ad essa adeguata; epperò il porto di Bagnoli sarà il porto non solo di questa zona, ma il porto della direttissima e potrà anche essere il vero porto di Roma.

È da notarsi che la stazione e il porto di Napoli attuali mal si prestano ai servizi come sono richiesti dai tempi moderni e ciò perchè essi portano in sè ancora le traccie delle antiche linee stabilite da criterii ristretti.

Non soltanto il porto di Napoli, ma tanti altri porti d'Italia sono fatti in modo che i servizi vi riescono difficili e costosi. Solo adesso si incomincia a capire che i porti debbono essere fatti in modo che i treni spinti dalle locomotive si dispongano a fianco dei vagoni, che grue adatte debbano prendere le merci dalle stive e disporle nei vagoni, ecc. Ma per questo occorre che anche le stazioni merci siano fatte in modo che si possano manovrare treni interi che vanno e vengono dal porto.

Poichè tutto ciò non è possibile di fare nè nella vecchia stazione di Napoli, nè nel porto, per non creare condizioni insopportabili all'industria, sarà quindi necessario, presto o tardi, che il Governo faccia e la stazione di Fuorigrotta ed il molo dei Bagnoli in tale modo che essi si prestino al servizio delle merci con criteri moderni.

Lo stabilimento dell'« Ilva » avrà per ora 120 forni a coke del sistema Coppée disposti in tale maniera che essi possano facilmente essere raddoppiati. Questi forni sono muniti di officina di condensazione e ricuperazione dei sottoprodotti, ecc.

Lo stabilimento è disposto talmente da facilitare l'utilizzazione di tutti i gas esuberanti dalla fabbricazione del coke e da quella della ghisa, in modo da ridurre ad un minimo il consumo del carbone per la lavorazione dell'acciaio. Questo è uno dei fattori al quale la Società « Ilva » ha diretto tutte le sue cure onde riuscire completamente nell'intento.

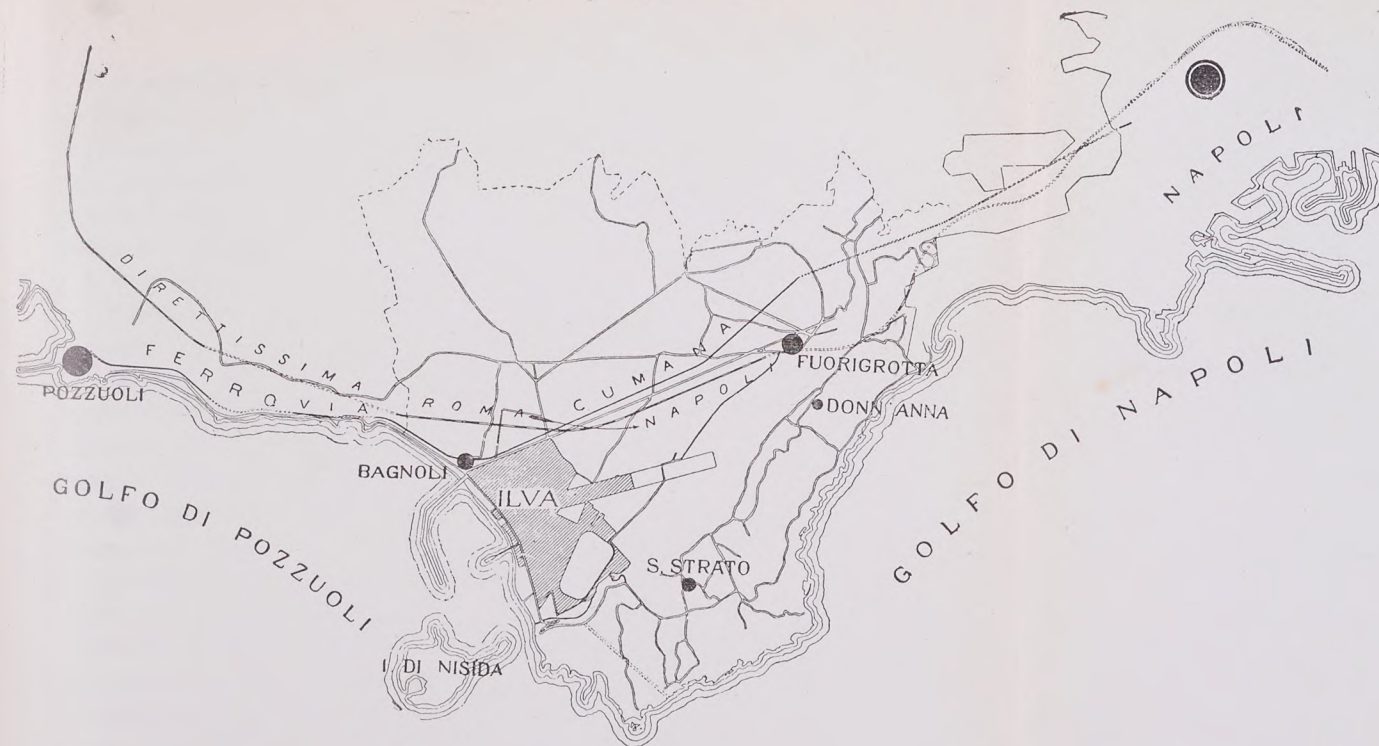
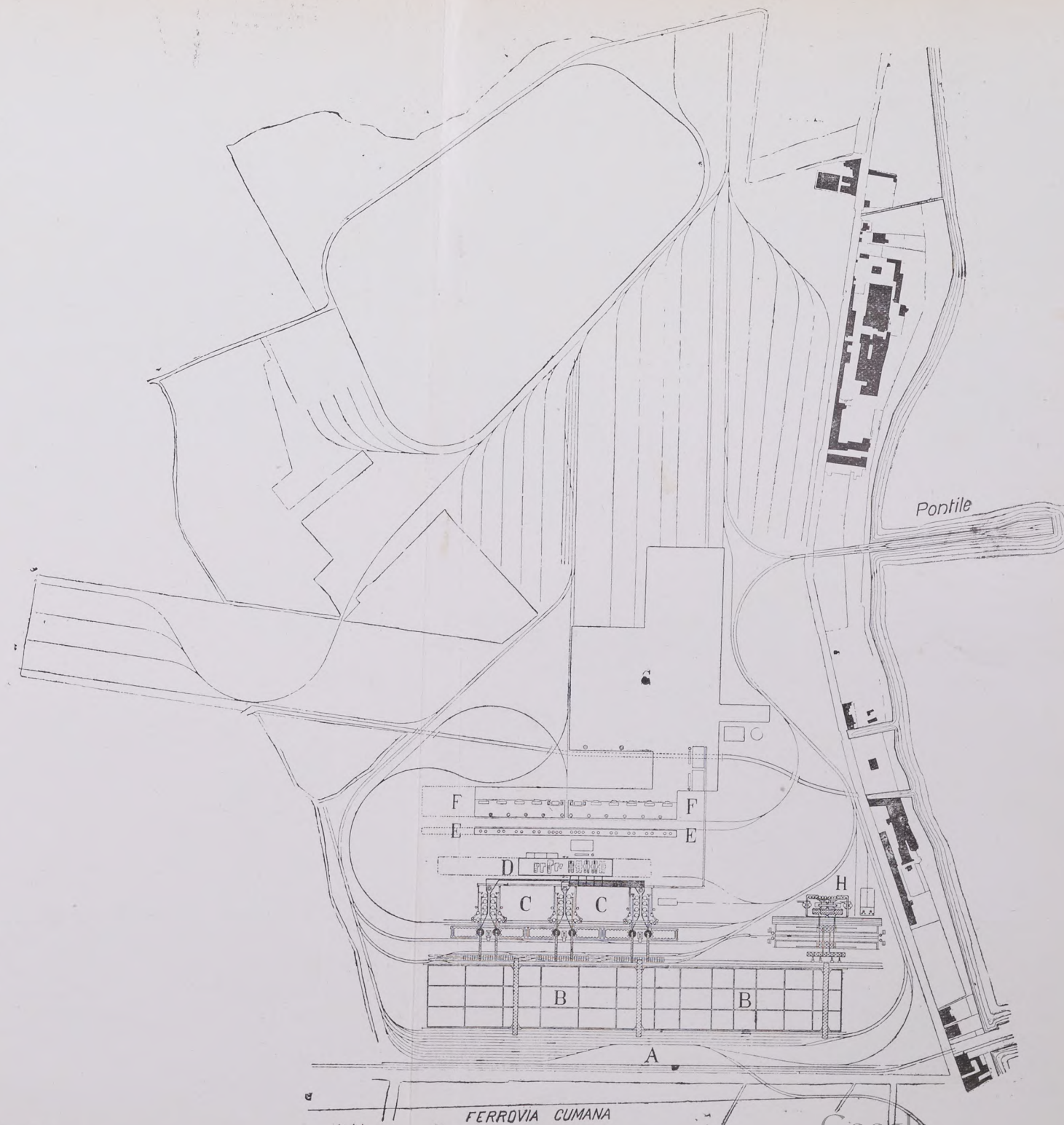



Fig. 64. - La Società " Ilva ,,. Ubicazione dello stabilimento.

Fig. 65. - Società l' " Ilva ,,. Pianta generale dello stabilimento.

LEGGENDA. — *A* Stazione di smistamento. — *B* Magazzini carboni minerali e calcari. — *C* Alti forni. — *D* Centrale soffiante ed elettrica. — *E* Gasogeni. — *F* Acciaieria. — *G* Laminatoi. — *H* Forni a coke e lavorazione sottoprodotti.

Il magazzino di carbone, coke, calcare e minerale misura circa 70 000 mq. e sarà servito da un abbondante rete di binari che lo metteranno in comunicazione col ponte scaricatore, col futuro molo, con la stazione dello stabilimento, con la futura stazione di Fuorigrotta e quindi con la direttissima Roma-Napoli, come anche col porto di Pozzuoli.

L'area totale dello stabilimento è di 1 200 000 mq.

Gli impianti sono progettati in maniera che il cammino delle materie prime sia il minimo possibile ed il più razionale (fig. 65).

A fianco delle officine principali, quali i forni a coke, gli alti forni, l'acciaieria ed i laminatoi, sorgerà un numero di officine accessorie, che serviranno a completare l'installazione, come, per es., grande officina meccanica di riparazioni e costruzioni, officina di prodotti refrattari, officina per l'utilizzazione delle scorie degli alti forni, ecc. ecc.

La centrale, oltre a quattro macchine soffianti, di cui una a vapore e tre a gas, conterrà un certo numero di macchine a gas generatrici di elettricità e potrà, secondo la maggiore o la minore utilizzazione dei gas esuberanti per altri scopi, estendersi fino alla potenzialità di 20 000 HP.

Per le soffianti a gas la Direzione della Società « Ilva » dopo un maturo esame della questione, ha scelto le macchine gemelle a due tempi del tipo Koerting. Invece per le macchine generatrici di elettricità, mentre una certa preferenza si è addimostrata anche in questo caso per le macchine a due tempi del tipo Koerting, non si è però voluto rinunciare alla prova delle macchine a quattro tempi ed è stata ordinata una macchina di 1500 HP alla Società Maschinenfabrik di Norimberga.

L'esperienza dirà quale dei due tipi di macchine sarà la macchina dell' avvenire.

Una larga riserva a vapore si installa tanto per le macchine soffianti, quanto per le generatrici di elettricità.

Le caldaie saranno alimentate coi gas degli altri forni.

Le macchine reversibili pel *blooming* e per i laminatoi saranno a vapore.

IV.

L'ELETTRO SIDERURGIA. — IL PROCESSO STASSANO.

La mia rassegna sarebbe virtualmente finita, ma mi sembra di udire qualche dubbiosa osservazione, perchè io abbia tralasciato di parlare di tante cose che pur di menzione erano degne. Tante alcune sono nella mia esposizione: lo so, l' ho già detto.

Ma di una farò ammenda, perchè mi sembra doveroso; voglio dire dei processi Stassano.

L'elettrosiderurgia da noi si riduce a questo sistema, l'unico ma bene rappresentato. A parte qualunque apprezzamento sulla convenienza economica dei processi ideati dallo Stassano, questi ha il merito di essere stato il primo ad avere l' idea dei forni ad induzione per ottenere l' acciaio di una composizione definita partendo direttamente dal minerale o per affinazione dei rottami. Prima quindi dei forni Kjellin, Heroult, Keller, Giraud, Roeckling. ecc.

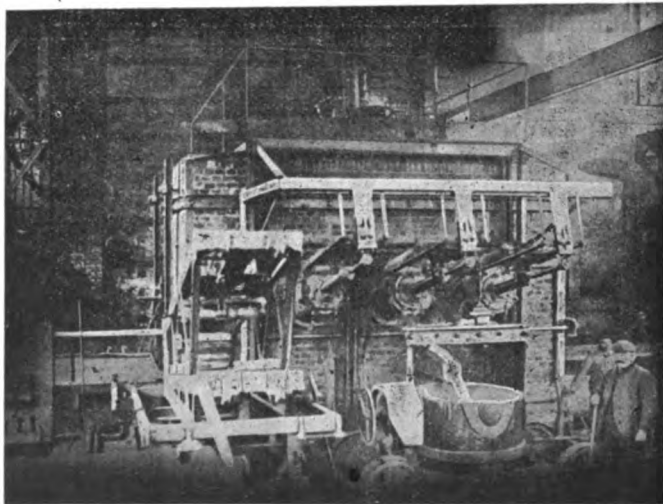



Fig 66. - Forno elettrico Stassano tipo fisso da 1000 HP.

L' elettrosiderurgia è oggi entrata in una fase veramente industriale e numerosi sono i sistemi di forni che si impiegano in questa parte della metallurgia odierna. Nè è dà meravigliarsi se applicazioni su grande scala si hanno già all' estero, dove si sono avuti

a disposizione i mezzi più potenti. Ciò non toglie che quanto è stato fatto dallo Stassano meriti il nostro interesse e faccia certamente bene augurare dell'avvenire.

La principale caratteristica dei forni Stassano si è quella di creare un ambiente che non modifica il grado di carburazione, nel quale, cioè, è possibile dosare il carbonio e gli altri composti dell'acciaio,

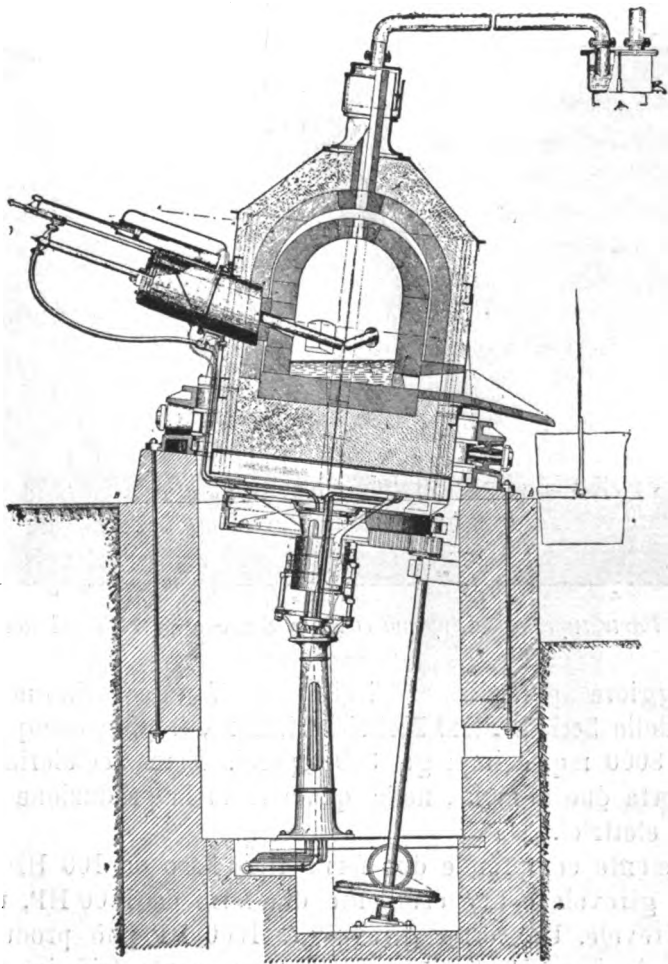



Fig. 67. - *Forno Stassano tipo girevole.*

come si fa nella fabbricazione dell'acciaio al crogiuolo. Si può quindi riuscire ad ottenere direttamente prodotti di composizione definita proporzionando gli elementi che compongono le cariche.

I forni Stassano, oramai conosciuti, sono principalmente di due

tipi: fisso e girevole. Il primo costa circa un terzo di meno, ma col secondo l'operazione riesce più rapida.

Il forno girevole (fig. 67), è formato essenzialmente da tre elettrodi che scoccano l'arco al disopra dei metalli in elaborazione. Il forno gira attorno un asse inclinato di 7° alla verticale.

È specialmente interessante l'avanzamento automatico dei carboni e il raffreddamento delle camere di guida.

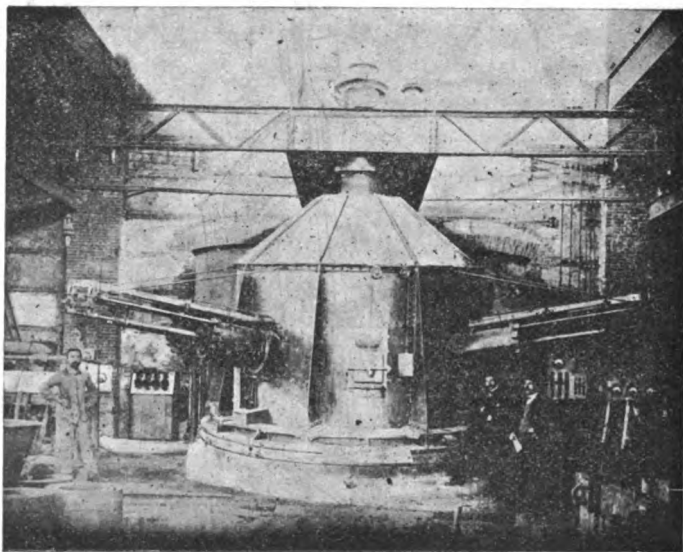



Fig. 68. - Parte superiore del forno elettrico Stassano tipo girevole da 1000 HP.

La maggiore applicazione del sistema è fatta a Torino nello stabilimento della **Società Forni Elettrici Stassano**, il quale occupa un'area di circa 8000 mq. e impiega 300 operai. È un'acciaieria caratteristica sorta due anni fa, nella quale tutta la produzione è basata sui forni elettrici.

Attualmente comprende due forni tipo fisso da 100 HP, due da 200, uno girevole e uno oscillante, due forni da 1000 HP, uno fisso e uno girevole. Un forno girevole di 1000 HP può produrre 16 e 18 tonn. al giorno. Tutti i forni sono a corrente trifasica a 80, 100 e 150 volt.

Nella fig. 66 si vede il forno tipo fisso 1000 HP, nella fig. 68 il forno tipo girevole pure da 1000 HP.

Essi hanno tre archi distinti, i quali scoccano verso la periferia della camera di fusione fra sei elettrodi dei quali tre (uno per arco) sono collegati al centro della stella formata dagli altri tre.

La fig. 69 mostra il collettore del forno girevole di 1000 HP. Sulla convenienza economica dei processi Stassano, in ogni caso, non è detta l'ultima parola. Tuttavia lo Stassano asserisce che quando l'energia elettrica non costi più di 40 lire annue per cavallo, il costo di produzione di una tonn. di acciaio, che si può avere nel suo forno o partendo dal minerale o affinando la ghisa o rifondendo rottami, è pari a quello che si ha nella siderurgia ordinaria con il carbone a lire 20 per tonn. Così stando le cose, oltre all'applicazione

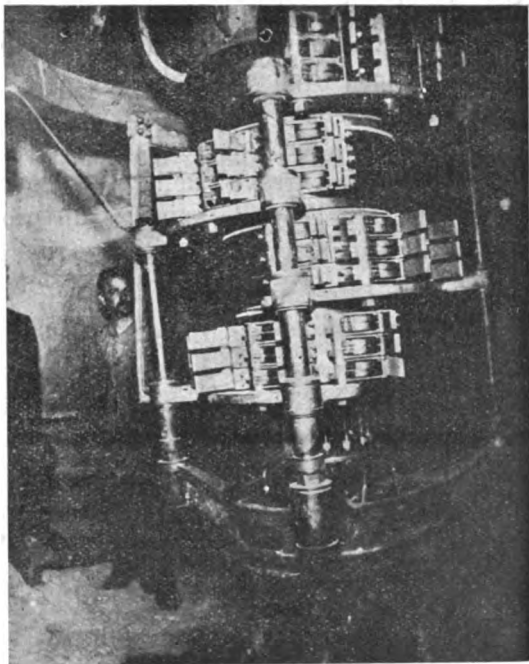



Fig. 69. – Collettore del forno elettrico Stassano, tipo girevole da 1000 HP.

di questi processi alla fabbricazione diretta di acciai speciali e costosi (cosa che è già entrata nel campo pratico), si intravede la possibilità di introduzione del sistema come un processo sussidiario nella siderurgia ordinaria, quando si abbia a disposizione il Kw. a basso prezzo, prodotto dai gas dell'alto forno o del forno a coke. È certamente apprezzabile il fatto che l'inventore sia già riuscito ad ottenere produzioni di 18-24 tonn. di acciaio al giorno direttamente dal minerale con un solo apparecchio, nel quale il consumo d'energia per kg. di metallo prodotto è stato ridotto notevolmente.

***

Dopo aver così esposto sommariamente i punti caratteristici delle nuovissime installazioni, è da augurarsi che questo meraviglioso risveglio nella produzione siderurgica nostra sia arra di un grande avvenire, tanto per ciò che riguarda tutte le industrie paesane che dal ferro traggono vita, quanto per ciò che riflette i nostri mezzi di trasporto e la nostra difesa.

Io penso d'altronde che il nostro rinascimento industriale ha in sè un fascino di cose belle e nuove, le quali trascinano giustamente ad ammirare l'opera ansiosa e continua di nostra gente, che dà il proprio lavoro ad emancipazione della grande terra italiana. Ed è perciò che mi sembra vada a loro un affettuoso saluto, un incoraggiamento alla vita laboriosa e greve, nelle lotte contro la materia bruta e ribelle, specialmente là, nelle spiagge un giorno povere e desolate, che oggi l'industria nuova purifica e risorge.

Ing. FRANCESCO MASSARELLI.

REONAUTICA FLUVIALE.

In una precedente e recente memoria, stata benevolmente accolta e pubblicata da questo spettabile periodico, si accennava alle gravi difficoltà che deve presentare la navigazione lungo il Pò senza i necessari lavori di canalizzazione e come a questi convenisse far precedere l'apertura della fluviovia Milano-Genova con allacciamento per il Po a Pavia; costituendosi così pure l'interessante linea Genova-Venezia.

Viste però le gare ed insistenze per detta navigazione esplicate con vivo interessamento nella recente festa inaugurale dell'esposizione di Piacenza da tante autorevoli e benemerite notabilità amministratrive tecniche e commerciali, lo scrivente, pur riservandosi di esporre in altro articolo la propria debole opinione in ordine a lavori di canalizzazione fluviale, crede non fuor di luogo il venire ora ad indicare un sistema reonautico che gli sembra applicabile lungo i nostri principali due fiumi, il Po ed il Tevere, anche nell'attuale loro stato, con grande vantaggio economico relativamente alla spesa di tsasporto.

L'utilizzazione dell'energia cinetica di un corso d'acqua per il movimento di una nave contro corrente, che si presenta come un paradosso nautico, è in linea tecnica evidentemente conseguibile con vari sistemi, richiedenti però in generale impianti complicati e dispendiosi, sia per costruzione, che per manutenzione e quindi economicamente di dubbia attuabilità. Sembrerebbe quindi necessario l'escogitare un sistema che permettesse di evitare tali impianti e per il quale la nave fluviale venisse a trovarsi rispetto alla corrente in condizioni nautiche analoghe ed anche migliori di una nave a vela, la quale bordeggiando raggiunge, malgrado e mercè il vento contrario, egualmente la meta. Questo sistema si potrebbe realizzare, a parere dello scrivente, prendendo dal fondo dell'alveo il necessario punto d'appoggio pel funzionamento di ruota annessa alla nave e le cui pale agirebbero a somiglianza di vele idrauliche ritraendo dalla corrente la necessaria forza impulsiva.

La pressione esercitata da una corrente sopra uno schermaglio

piano che si interpone a sbarramento normalmente alla stessa è notevolissima ed in caso di canali e di fiumi di stretta sezione può raggiungere il quintuplo di quella che verrebbe ad incontrare la forma fusellata di una nave che presentasse pari area nella sua massima sezione trasversale d'immersione. Pertanto in queste condizioni se si collegasse colla nave una ruota idraulica disposta in modo da poter utilizzare la forza viva della corrente, basterebbe che la projezione della sua superficie d'urto raggiungesse $^{1}/_{5}$ di quella della massima sezione d'immersione della nave per ottonere l'equilibrio fra le due spinte qualora agissero con eguali bracci di leva sopra un dato punto fisso.

Ora questo punto d'appoggio lo possiamo trovare nella resistenza allo scorrimento sul fondo dell'alveo per attrito radente di un cerchione flessibile azionato dalla motrice ed involvente la nave in tutta la sua lunghezza. Ampliate le pale di detta motrice sino a raggiungere nella maggior loro immersione l'ampiezza della sezione massima trasversale bagnata della nave, si avrà allo stato iniziale di movimento una forza impulsiva contro corrente anche maggiore del quintuplo della resistenza della nave, atteso il maggior braccio di leva del centro d'urto delle pale. La velocità relativa del massimo effetto utile sarà però notevolmente minore sia perchè quel maggior braccio di leva verrà a diminuire la velocità di rotazione della motrice, sia perchè la forza impulsiva verrà a diminuire ed a crescere quella di resistenza della nave in ragione del quadrato di detta velocità relativa.

Il suindicato cerchione flessibile potrebbe però convenire solo per le percorrenze di canali aventi tiraggi pressochè costanti; mentre invece lungo i fiumi sarebbe certamente preferibile la sua sostituzione con due cintoni laterali a maglie metalliche scorrenti su rulli lungo i bordi della nave. Essi dovrebbero presentare da un lato la superficie irta di punte per trovare sul fondo la necessaria resistenza alla trazione ed essere suscettibili di deviazioni laterali per depositarsi sul fondo colle curve occorrenti. Non sarà poi difficile l'ottenere con speciali disposizioni che il distanziamento dei punti estremi di sospensione dei due cintoni e la lunghezza dei loro tratti d'immersione abbiano a variare automaticamente col variare della profondità dell'acqua, notando tuttavia che aumentando questa diminuirà la velocità della corrente e quindi il bisogno di una forte resistenza dei cintoni allo scorrimento,

Questi due cintoni laterali d'aderenza al fondo dovranno così tendere a mantenere la nave nella mezzaria della corrente e quest'in-

tento potrebbe essere ancor meglio raggiunto rendendo il timone manovrabile automaticamente dai cintoni stessi per effetto della variazione di tensione fra l'uno e l'altro in corrispondenza alle puleggie di sospensione. Ciò dovrebbe essere assai vantaggioso per la navigazione fluviale notturna ed anche per quella diurna se in acque torbide come quella del Po o del Tevere e specialmente tale vantaggio dovrebbe interessare nella navigazione secondo la corrente, per la quale pure si ritiene applicabile il sistema reonautico e che maggiormente presenta il pericolo degli investimenti in banchi di sabbia subacquei.

La possibilità del funzionamento a reoscafi anche per le navi in discesa evincesi dal considerare anzitutto il movimento che presenterebbe per effetto di una corrente un rettangolo piano in essa sommerso e colpito normalmente qualora venisse su di un lato rigidamente trattenuto. È evidente che il ribaltamento su questo lato presenterebbe sulla mezzaria del rettangolo una velocità pari a quella della corrente, mentre al lato opposto raggiungerebbe il doppio di questa. Da tale considerazione conviene passare all'ipotesi di un cilindro ad asse orizzontale parzialmente immerso in una corrente in direzione normale alla stessa e poggiante con sufficiente aderenza su di una guidovia parallela al filone dell'acqua. Indicando con v la velocità della corrente, con δ l'altezza ossia la saetta del segmento d'immersione e con β il raggio della sezione del cilindro, supposto questo libero da altre spinte e da resistenze passive, avremmo che esso dovrebbe rotolare per effetto della corrente sulla guidovia raggiungendo al suo asse la velocità di traslazione:

$$V = v \frac{\beta}{\frac{1}{2}\delta} = 2v\frac{\beta}{\delta}.$$

Ciò premesso, a concretare la base del sistema reonautico per le navi in discesa non resta che a supporre il detto cilindro convertito in una ruota d'urto situata avanti la prora della nave e la guidovia subacquea sostituita da due cintoni inviluppanti detta ruota sul suo contorno e scendenti quindi al fondo dell'alveo per ricavarvi la resistenza di aderenza come nel sistema per le navi in ascesa. Si avrà così che quella ruota verrà ad esercitare col suo asse una sforzo di trazione tendente a rimorchiare la nave colla velocità suindicata $V = 2v\frac{\beta}{\delta}$. Questa velocità massima teorica

non sarebbe però conseguibile praticamente neanche se l'apparecchio funzionasse a vuoto e cioè fosse nulla la resistenza della nave alla trazione ultracorrente e sarà invece a ricercarsi quella massima effettiva conseguibile quando la nave rimorchiata è a pieno carico.

Ammessa l'applicabilità della reonautica fluviale tanto per le navi scendenti che per quelle rimontanti, rimarrà evidentemente a combinare la conformazione e composizione di dettaglio del sistema in modo che i medesimi pezzi abbiano a servire tanto per l'uno che per l'altro movimento mediante un loro semplice scambio di posizione. La conformazione delle pale dovrebbe essere subordinata al conseguimento del massimo effetto utile nel moto contraccorrente conciliabile con poco scapito di quello di precorrenza nella discesa e l'immersione della ruota motrice dovrebbe restare invariabile rendendola indipendente da quella della nave per effetto del carico. Resterebbe infine a studiare la riducibilità, o scindibilità del sistema pel passaggio delle conche qualora lo si volesse estendere alla percorrenza di canali navigabili, specialmente se occorresse di installare due ruote motrici invece di una sola per conseguire una maggior velocità.

Un movimento su vasta scala di questi reoscafi dovrebbe portare un rimestolio leggero ma continuo del fondo in modo che dopo qualche tempo esso verrebbe a constare di sola sabbia, o minuta ghiaia accuratamente lavata e tale materiale potrebbe essere estratto come materiale pregevole per la composizione di blocchi e di murature di calcestruzzo. Nei canali navigabili contribuirebbe efficacemente ad impedire la formazione di depositi di melme e di materie putride ed a permettere quindi l'abbreviazione dei periodi di secca per espurghi così dannosi per l'igiene pubblica. Qualora però si volesse limitare la navigazione reonautica solo al movimento delle navi ascendenti potrebbe forse essere preferibile l'adozione di qualche diverso sistema di costruzione e di funzionamento più facili, come sarebbe ad esempio la sostituzione ai cintoni di aderenza di diverse coppie di remi puntanti sul fondo e manovrati ad inclinazione costante, mercè scorrimento in appositi cuscinetti, da manovelle e gomiti dell'albero stesso della motrice e sarebbe pure a ventilarsi la convenienza di trar profitto eventualmente anche dei venti perfettamente contrari mediante un sistema analogo a vele rotanti.

Salve speciali semplificazioni, forse suggeribili dalla pratica, il governo dei suddelti reoscafi non sarebbe evidentemente affidabile all'opera di un semplice barcaiuolo, come quello dei comuni barconi

dei navigli; ma richiederebbe nel conduttore una qualche abilità da meccanico. Ciò indurrebbe a ritenere opportuno il fare un altro passo e rendere possibile il funzionamento del macchinario anche per la percorrenza dei laghi, convertendo per questa il reoscafo in un autoscafo mediante l'aggiunta di motorino di facile e pronto funzionamento che potrebbe essere di quelli a gas comune presi a prestito da apposite stazioni fornitrici. Non sembrerebbe invero conveniente il conservare l'imbarco di tale motorino nelle lunghe percorrenze di fiumi e canali durante le quali esso dovrebbe rimanere inattivo; tolto il caso che risultasse preferibile la costruzione di un apposito separato apparecchio su questo sistema funzionante da reoscafo, o da autoscafo rimorchiatore a sconda dello stato cinetico delle acque da percorrere e destinato solo all'impulsione delle navi e non a ricevere carico di merci.

Nel chiudere questa breve memoria lo scrivente si permette di formulare l'augurio che possa presto iniziarsi un'epoca di poderosi studi per nuovi sistemi di navigazion e che in essi il costruttore, seguendo l'ardimentoso esempio dato dal chiarissimo Ing. Forlanini, abbia pure a dedicarsi libero da preconcetti professionali di norme e di forme in uso « ignotas animum dimittens in artes ». Solo in tal modo potrebbe l'arte nautica avviarsi a nuove conquiste e superare in progresso l'areonautica cui tanto studio entusiasticamente si dedica malgrado la dubbia sua utilità civile e risolvere anzitutto definitivamente e praticamente l'interessante problema dei trasporti a massima velocità mercè lo slittamento sulle acque.

Viggiù, 17 ottobre 1908.

Ing. B. Campofregoso.

NUOVO COMPASSO

PER OFFICINE MECCANICHE

DIFFERENZIALE-UNIVERSALE.

(Tavola 43).

Uno dei fatti più notevoli, che ha accompagnato il meraviglioso sviluppo industriale dell'ultimo ventennio, è la grande precisione che ora si esige, e che si riesce effettivamente a raggiungere, nella costruzione delle macchine. Questa grande industria, che per molti rispetti può considerarsi la base di tutte le altre, si è grandemente affinata, in breve volgere di tempo; tanto che ora nel lavorare le grosse macchine industriali, quali le motrici termiche, idrauliche od elettriche, le macchine di filatura e di tessitura, le macchine utensili, le automobili e simili, le migliori fabbriche spingono la approssimazione del lavoro ad $^1/_{20}$ di mm. ed oltre; imitando in questo i costruttori americani, che raggiungono approssimazioni anche superiori, in guisa da potere ottenere la così detta *intercambiabilità* degli organi meccanici di egual nome, e da potere attuare su larga scala la *lavorazione in serie.*

Ed è perciò che le migliori macchine operatrici moderne sono dotate di tamburelle graduate, che ci permettono di apprezzare movimenti di $^1/_{50}$ di millimetro, o di $^{1''}/_{1000}$ di pollice inglese ($1'' =$ mm. $25,4$).

Necessità di buoni strumenti di misura. — Un così elevato grado di precisione non si può raggiungere, se non facendo largo uso di strumenti di misura, i quali ci diano una grande approssimazione, superiore assai a quella che si vuole ottenere, e siano in pari tempo comodi e sicuri di maneggio. Perciò noi vediamo che le officine ben montate usano, in larga scala, il sistema di lavorazione sopra calibri, e non si peritano di erogare somme ingenti nel provvedersi di ricchi assortimenti di calibri, lavorati al $^1/_{100}$ di mm.; i quali altra volta si trovavano soltanto nei laboratori così detti di precisione, o scientifici.

Ed oltre ai calibri, vediamo moltiplicarsi e diffondersi i più svariati

strumenti di misura. Vi hanno Case specialiste in questo genere di meccanica, come la Brown e Sharpe, la Starrett, la Reinecker, la Bariquand e Marre ed altre, le quali, ogni giorno, introducono nell'industria forme nuove, e sempre più perfezionate, di compassi, di verificatori, di staze, e di altri strumenti di misura e di controllo. Anche in questo ramo però, noi siamo debitori delle forme più comode, più precise e razionali, alla abilità ed al senso pratico dei meccanici americani.

Scopo del nuovo compasso. — Fra tanta varietà di strumenti, parmi che manchi, e sarebbe assai utile avere, un compasso il quale, oltre alle consuete misurazioni, permetta di farne altre, che non si possono eseguire cogli strumenti usuali, quali sono per esempio la misura del passo di una vite, o del passo di una ruota; determinazioni che pure hanno una notevole importanza pratica, e che, in mancanza di strumenti adatti, o ci contentiamo di fare, nelle officine, in modo molto grossolano, ovvero, più spesso, rinunciamo senza altro a fare.

Il nuovo compasso per officine, rappresentato nella tav. 43, ha disposizione tale da soddisfare a questo scopo. Esso è universale e differenziale, in quanto che ci permette di eseguire, oltre a tutte le misure usuali di spessore, o di interni, anche le misure speciali ora dette. La sua disposizione poi è tale che, senza bisogno che l'operatore compia alcuna manovra, esso ci indica le minime differenze che intercedono fra le dimensioni di molti pezzi, nominalmente, eguali. Inoltre esso è dotato di appositi sostegni e guide, che servono a collocarlo, con tutta esattezza, sul pezzo che si vuol misurare, come ora diremo.

Alcune considerazioni sull'uso degli strumenti di misura. — Eseguire una misura di lunghezza, vuol dire determinare la distanza che intercede fra due punti; il che si fa paragonando la lunghezza incognita con una lunghezza campione.

In pratica si sogliono seguire due metodi per individuare una lunghezza:

a) per mezzo di tratti, o piccoli solchi;

b) per mezzo di due superficie, che possono essere, cilindriche o sferiche, ma il più delle volte sono piane e parallele. Si hanno così *a)* le misure a tratti, *b)* le misure di estremità. Un triplo decimetro, un arco graduato ecc. sono misure a tratti; un calibro, un fuso campione ecc. sono misure di estremità. Un usuale metro, od un triplometro, sono misure miste, e così pure è una misura mista un compasso in asta con nonio, od un Palmer, poichè si serra l'oggetto da misurare fra due faccie piane, quindi se ne legge la dimensione sul nonio.

L'eseguire una misura di lunghezza, in modo grossolano, è cosa fa-

cile e da tutti; ma quando si voglia raggiungere un elevato grado di approssimazione dal $^1/_{20}$ al $^1/_{50}$ di mm. non si riesce a determinare la dimensione cercata, se non si usano grandi cautele, e se non si procede con molto criterio. Che se poi si vuole raggiungere il $^1/_{100}$ od il $^1/_{1000}$ di mm. si richiedono, oltrechè strumenti di somma precisione, cure veramente straordinarie, ed è necessario nell'operatore una abilità manuale grandissima; tantochè il più delle volte, queste grandi approssimazioni riescono illusorie, e bisogna accoglierle con molta diffidenza.

Per fare una misura, con molta approssimazione, è bensì necessario, anzi indispensabile, avere uno strumento eccellente, ma è grave errore il credere, come fanno molti, che questo basti; è altrettanto necessario il saperlo usare a dovere.

Uno strumento per misure di precisione deve essere lavorato perfettamente in tutte le sue parti. Non basta che esso possieda tamburelle o nonii con dlvisioni ad $^1/_{50}$ o ad $^1/_{100}$ di mm. Se tutte le parti essenziali di esso, non sono lavorate con una approssimazione, non pure eguale, ma bensì maggiore di quella indicata dalle graduazioni, potremo cadere in gravi errori. Così è necessario che il costruttore ponga ogni cura nell'evitare i benchè minimi giuochi fra le parti in movimento: essi non debbono superare rispettivamente il $^1/_{50}$ od il $^1/_{100}$ di mm. Il che non si può ottenere, se non usando le disposizioni più semplici, più razionali, ed il minor numero possibile di parti.

Nel far misure di questo genere, non si dovrà tenere nè l'oggetto, nè il compasso fra le mani, ma entrambi dovranno essere posati sopra sostegni appositi, o maneggiati con pinze speciali od altro; in guisa, prima di tutto, da evitare le dilatazioni, prodotte dal calore delle mani, in secondo luogo da disporre il compasso, ed apporlo sul pezzo da misurare, nel miglior modo possibile.

Quanto alla necessità ed alla difficoltà di apporre bene il compasso sul pezzo, è mestieri fare le seguenti osservazioni, alle quali di solito, dai più, non si pone mente, o non si dà la importanza che esse hanno in realtà.

I due punti, dei quali cerchiamo la distanza, talora sono ben determinati e conosciuti, ma il più delle volte, o non sono individuati affatto, o solo indirettamente. Il primo caso ci si presenta quando si voglia misurare la lunghezza di un segmento di retta, o la apertura di un usuale compasso a punte. Ma quando si vuol misurare la distanza di un punto da un piano, il diametro di un cilindro, o di una sfera, la distanza di due rette, o di due superficie, parallele, o simili, i punti che delimitano la distanza cercata, non sono affatto conosciuti; e per risolvere il problema bisogna fare due operazioni nettamente distinte:

a) determinare esattamente la coppia di punti che individuano la distanza cercata; e soltanto dopo aver fatto questo, potremo effettivamente

b) determinare il valore di tale distanza.

Di solito non si dà alla prima determinazione la importanza che essa merita; e si crede che sia sufficiente avere un compasso col nonio ad $^1/_{100}$ od $^1/_{1000}$ di mm. per raggiungere tale elevato grado di approssimazione. Questa persuasione può condurre ad errori grossolani, perchè ci può accadere di leggere, al centesimo, la distanza fra due punti che non siano quelli giusti, e che ne differiscano di parecchi decimi, od anche di qualche millimetro. Per procedere bene, è necessario dare tanta importanza alla messa a sito del compasso, quanta se ne dà alla lettura. È inutile avere un compasso buono, se poi si appone, o si usa male.

Perciò, quando si voglia fare una misura di precisione, specialmente se essa ha notevole ampiezza (oltre i m. 0, 20), e se il compasso è pesante, non è possibile procedere a mano volante, ma è necessario ricorrere all'uso di appositi sostegni, che assicurino la immobilità e la esatta posizione relativa del compasso e del pezzo da misurare.

Un caso che presenta notevoli difficoltà, ed in pari tempo molta importanza nella meccanica, tanto industriale quanto di precisione, ce lo offre la determinazione del passo di una vite, o del passo di una ruota dentata. In entrambi i casi si tratta di misurare una distanza, che comprende un pieno ed un vuoto. Ora gli usuali compassi, sia a punte, sia in asta, sia a vite, sono disposti per misurare lo spessore di un pezzo, o la larghezza di un vano, ma non per fare misure comprendenti un pieno ed un vuoto; è necessario per potere far ciò possedere un compasso disposto in modo diverso.

Oltre a ciò, tanto in un caso, che nell'altro, si hanno da superare difficoltà nel mettere a sito il compasso. Se si tratta di una vite, è necessario disporlo in modo che la misura si effettui parallelamente all'asse della vite; se si tratta di una ruota (fig. 9, 10) la misura deve farsi esattamente sul circolo primitivo della ruota stessa, e normalmente alla lunghezza del dente, ovvero, se si cerchi il passo frontale di ruote elicoidali, parallelamente alla faccia della ruota. Qualunque deviazione da queste posizioni ci conduce ad errori di misura.

Un' altra causa di grave incertezza nell'uso dei compassi a vite, sia del tipo Palmer, sia del tipo in asta con nonio, sta nel così detto errore personale, dovuto al fatto che quando si serra l' oggetto da misurare fra le due punte, queste si avvicineranno più, o meno, a seconda della pressione che l' operatore esercita sul pezzo, colla vite. Ora se le pressioni non sono esattamente eguali in tutti i casi, le misure non risultano affatto confrontabili fra loro, e la differenza può superare di

molto il $^1/_{50}$ od $^1/_{20}$ di mm. che si legge sul compasso. In tal caso queste approssimazioni risultano illusorie, il che accade molto più di frequente di quello che non si pensi.

Ad evitare tale grave causa di errore, servono discretamente bene i bottoni a frizione o a molla, che si applicano di solito ai Palmer, o meglio, gli indici moltiplicatori a molla, o leve di sensibilità.

Nuovo compasso differenziale-universale. — Il compasso rappresentato nella tavola 43 è stato ideato, cercando di attuare i concetti esposti sopra. Esso è detto universale e differenziale, perchè, oltre ad eseguire misure colle usuali punte fisse, può eseguirne con maggiore sicurezza per mezzo di due punte speciali, dotate di indice moltiplicatore a molla. E il tutto è disposto in modo da poter fare, tanto misure di spessori, come di interni, come pure misure individuate da un pieno è da un vuoto. Oltre a ciò il compasso è provvisto di sostegni speciali che permettono di collocarlo esattamente sopra una vite di diametro fino a $d = 100$ mm, e sopra una ruota con denti sino al modulo $m = 15$.

Tutto il compasso è fatto in modo da dare effettivamente la approssimazione di $^1/_{50}$ di mm. Ma, per comodo di lettura, sui nonii sta scritto non $^1/_{50}$, ma $^2/_{100}$ e le 50 divisioni del nonio rettilineo si debbono leggere solo per numeri pari, 2, 4, 6, ... 98, 100, e procedono sino al 100. E così sul settore circolare sono segnati di 10 in 10, i centesimi di millimetro, laddove il nonio corrispondente N ha una doppia graduazione con 5 tratti per parte, corrispondenti a 2, 4, 6, 8, 10 centesimi di millim.

Il compasso in asta A B (fig. 1) con nonio rettilineo al $^2/_{100} = {}^1/_{50}$ di millimetro, porta da un lato le due punte fisse C D, le quali permettono di far misure nel modo solito, sia di spessori, sia di interni, avendo perciò due gradini di 1 e di 2 centimetri. Dall'altra parte il compasso è dotato di due punte speciali di ricambio P; una delle quali P' è fissa alla testa B del compasso, laddove l'altra P è mobile colla slitta V che la porta; ma, oltre a ciò, è suscettibile di un piccolo movimento assiale indipendente da V, della ampiezza appena di 2 mm. per parte. L'equipaggio mobile P E F comanda, nel modo che ora diremo, un tamburello T, portante un indice moltiplicatore con nonio N. I bracci di leva di T e di N sono nel rapporto di 1 a 10. Talchè le ultime divisioni del settore graduato che sono di 1 mm., ci danno i mm. 0,10: il nonio poi ci dà i $^2/_{10}$ di tale valore cioè $0,2 \times 0,10 = 0,02$ mm. e così il nonio ci dà i 2 centesimi di millimetro. Tutto questo sistema mobile poi può essere sollecitato a spostarsi, nell'uno, o nell'altro senso, in grazia di una piccola molla, φ (fig. 1), o Ψ (fig. 2), che si dispone in uno o in altro modo, a seconda della misura che si vuol fare.

Tale sistema mobile P F T N tiene le veci della così detta leva di sensibilità, e vale ad eliminare l'errore personale. Esso costituisce, in pari tempo, l'apparecchio differenziale del compasso.

È indispensabile evitare, nel movimento di tutti questi pezzi, il ben che minimo gioco, cioè un gioco superiore a mm. 0, 02. Nella tavola si sono indicate due disposizioni, alquanto differenti fra loro; una nelle fig. 1, 11 a 15), l'altra nelle (fig. 2 e 3). In entrambe il tamburello T e l'indice N ruotano fra le punte coniche di due asticielle (fig. 12), non avvitate nei loro mozzi, ma liscie, e serrate, con una vite di pressione, nel mozzo spaccato (fig. 11): la quale disposizione assicura maggior precisione, che non i perni a vite.

Il pezzo oscillante E F, alla cui testa E si assicura la punta P, è sospeso a V per mezzo di un telarino articolato K (fig. 1 e 15) e dell'occhiello U, ovvero, come indica la (fig. 2), per mezzo di due telarini K K_1 mobili fra punte coniche; il che meglio assicura il parellelismo e l'esattezza dei movimenti, negli spostamenti della punta differenziale P.

Uno dei modi di collegare il pezzo oscillante F col tamburello T, consiste nel fare uso di due sottilissimi nastrini di acciaio *n* (fig. 1, 12), grossi non più di mm. 0, 05, disposti in opposizione, ed assicurati, per un estremo al tamburello T e per l'altro estremo al pezzo F. Questo ultimo attacco però non deve essere fatto in modo rigido, ma registrabile; perciò i due nastri *n* si saldano a due anellini lisci (fig. 13), scorrenti su F, e comandati di posizione da due altri anelli a vite G G'; manovrando opportunamente i quali, si regola, sia la tensione dei due nastrini, sia la posizione relativa del nonio N, rispetto al pezzo F e alla punta P. Naturalmente la porzione avvitata F non è a sezione intera, ma, come più chiaramente appare dalla (fig. 12 e 13), è a sezione di D, alquanto più di semicircolare, e presenta superiormente un piccolo piano, sul quale posano i due nastrini *n*.

L'altra disposizione è rappresentata nelle (fig. 2 e 3); il pezzo F_1 porta una sottile linguetta a molla M, la quale colla faccia superiore, alquanto scabra, preme contro il tamburello T; tale pressione si regola colla viterella *v*; qualsiasi movimento traslativo, anche minimo, di M, produrrà una proporzionale rotazione di T. Questa disposizione, già usata dal Bauschinger e da altri, sembra preferibile alla precedente, perchè evita qualsiasi passo morto, inoltre ci dispensa dal tener conto della posizione dell'asse neutro nell'interno dello spessore dei nastrini *n*. Il che si deve fare, usando i nastrini, poichè il raggio, secondo cui avviene il moto di sviluppo, è eguale, non al raggio del tamburello T, ma alla distanza fra l'asse di T e l'asse neutro dei nastrini; nel che si ha una causa di incertezza. Nella disposizione della (fig. 2) esso è esattamente

eguale al raggio di T; e tale raggio si può determinare, assai facilmente, colla approssimazione di 0,01 mm. e più. Inoltre più facile riesce la registrazione e la messa a sito di N T rispetto ad F P.

Il sistema mobile P F T N deve potere essere sollecitato a spostarsi, a destra, od a sinistra, a seconda della misura che si vuol fare. Nella disposizione della (fig. 1) servono a tale scopo due mollette φ , φ' che agiscono, o l'una o l'altra, sull'asticella N. Si userà la molletta φ quando, come nella (fig 1) si vuole ottenere il contatto di P a sinistra; per contro, quando si voglia avere il contatto a destra, si metterà a riposo la molletta φ, e si porterà in azione la φ'.

Nella disposizione delle (fig. 2 e 3) bisogna che la molla agisca, non sul braccio N, bensì sul pezzo oscillante E F_1; a ciò serve una sola molletta Ψ, girevole in *f*. Essa agirà nell'uno e nell'altro senso, a seconda che si dispone il bottone di riporto *b*, a forzare la molla Ψ da una parte, o dall'altra.

A limitare la corsa della punta differenziale P, corsa che deve essere molto piccola, di 2 millimetri al più, servono, come arresti, nella prima disposizione (fig. 1), i due mozzi, ai quali sono assicurate le mollette $\varphi \varphi'$; nella seconda disposizione (fig. 2) le due sporgenze e e_1.

Varii modi di usare il compasso. — Il compasso può essere usato in due maniere diverse: *a)* come riduttore allo zero: *b)* come indicatore differenziale.

a) Quando si vuole usare, con riduzione allo zero, si colloca l'oggetto fra le punte P P', poi si fa scorrere, colla apposita vite micrometrica, la slitta V, sino a che il nonio N segni esattamente lo zero sull'arco graduato, come nella (fig. 1). Questa è la posizione esatta per fare la misura, e la distanza cercata si legge sul nonio rettilineo della scala A. In tal modo è evitato qualsiasi errore personale, poichè il grado di pressione delle punte P contro l'oggetto, è dato, non direttamente dall'operatore, bensì dalla molletta φ o Ψ, la cui azione può ritenersi costante, ed è indipendente dall'operatore.

b) Conviene invece usare il compasso come indicatore differenziale, quando si sappia che un oggetto deve presentare, con molta approssimazione, una data dimensione, per es. come nella (fig. 1) 10 mm. In tal caso si porta la slitta V col suo nonio esattamente sulla divisione data (10 mm): poscia si colloca l'oggetto Z fra le punte P P', approfittando del piccolo movimento indipendente della punta P; la molletta φ spingerà poi tale punta contro il pezzo.

Se l'oggetto ha la dimensione esatta, l'indice N segnerà zero; altrimenti ci indicherà, a seconda che N rimane spostato nell'uno o nell'altro

senso, la differenza in più (+) od in meno (—) dalla misura esatta; e si leggerà tale differenza al $^{2}/_{100}$ di mm. sul nonio circolare N.

Usato in questo modo, il compasso diventa uno strumento differenziale, e può tornare utilissimo quando si debbano misurare e confrontare fra loro molti pezzi, tutti nominalmente eguali; per esempio per verificare se tutti i passi di una lunga vite siano eguali fra loro, o quali differenze presentino. Si avverta che il nonio circolare, perchè molto più ampio e formato di soli 5 tratti (invece di 50), si legge essai più comodamente del nonio rettilineo.

Diverse forme e disposizioni delle punte P. — Le punte P possono assumere forme diverse, alcune delle quali sono rappresentate nelle (fig. 1, 4, 5, 6, 7); e cioè due sferette di 4 mm. di diametro (fig. 1), che dovranno però essere lavorate al 0,01 mm. solo sopra due piccole callotte poste agli estremi di un diametro parallelo all'asse del compasso; due simili sferette P_2 di 2 mm. di diametro (fig. 4); due punte smussate P_3 (fig. 5), aventi una grossezza minima di 0,4 mm.; due piattelli P_4 (fig. 6) grossi 2 mm.; due punte acute P_5 (fig. 7) analoghe a quelle di un ordinario compasso a punte.

Si usano le punte P, che sono più robuste, per le ruote e le grosse viti, il cui passo sia superiore a 10 mm. Le P_2 se il passo è compreso fra 2 e 10 mm. Le punte P_3 possono servire per le piccole ruote e per le viti a pane triangolare, col passo non inferiore ad 1 mm.; le altre in casi speciali.

Le punte si possono facilmente sostituire le une alle altre, fissandole nei loro bossoli E ed R, rispettivamente coi bottoni a vite di tensione H ed *r* (fig. 1).

I bottoni P P_2 P_4 possono assumere tre diverse disposizioni, a seconda del genere di misura che si vuole eseguire, e cioè: *a)* per misure di spessori; *b)* per misure di interni; *c)* per misure comprendenti un pieno ed un vuoto. Perciò, fra la testa del bottone P′ e la testa del suo bossolo R (fig. 1), si colloca, nel secondo e nel terzo caso, l'uno o l'altro dei rialzi Q_1 Q_2 Q_3 rappresentati nella fig. 17, i quali hanno esattamente uno spessore eguale a 2, 4 ed 8 mm.

a) Per fare misure di spessore, (fig. 18) non si mette alcun rialzo, e il dischetto di base della punta P′ posa direttamente contro la testa del bossolo di registro R. In tale posizione la scala ed il nonio rettilinei ci danno la distanza minima che intercede fra le due sferette P P′.

b) Per fare misure di cavità (fig. 20) si allenta il bottone *r* (fig. 1) e si interpone fra R e P′ lo spessore Q_3 (fig, 17 e 20) la cui grossezza è eguale al doppio del diametro delle sferette, cioè è di

$2 \times 4 = 8$ mm., e si serra il controdado *r*. In tale posizione (fig. 20) il nonio rettilineo ci darà la distanza misurata esternamente alle sferette, e il compasso serve come un così detto compasso da interni.

c) Per ultimo, interponendo fra R e P', lo spessore medio Q_2 (fig. 19), che ha una grossezza eguale al diametro di una sola sferetta, cioè di 4 mm. il compasso ci darà la misura della distanza che intercede fra i centri delle due sferette, o fra gli estremi sinistri, o destri, di due diametri allineati. In tale modo potremo misurare la distanza delle faccie omonime di due denti (fig. 10), o di due pani di vite (fig. 1) e (fig. 19).

Quando si faccia uso delle punte P_2 o P_4, grosse soltanto 2 mm., si opera nello stesso modo, se non che si usano soltanto gli spessori Q_1 di 2 mm. ovvero Q_2 di 4 mm. (fig. 17), e non mai lo spessore Q_3.

La coppia di punte P_8 (fig. 5), grosse, alla estremità, soltanto 0,4 mm. si usa solo nel terzo modo *c*); cioè per misurare il passo di piccole ruote, o di viti triangolari, col passo molto piccolo, purchè non sia inferiore ad 1 mm. Però non occorre mettere alcuno spessore fra P'_8 ed R, perchè, nella costruzione, si è già tenuto conto dello spessore di 0,4 millimetri delle punte di P_8.

(Continua). Ing. Alfredo Galassini.

NEL MUSEO DI PORTA GIOVÌA

IL COLTELLO EUCARISTICO DI S. ANDREA DI VERCELLI.

Già nell' *Osservatore cattolico* del 20 dicembre 1907, ebbesi a dimostrare come, nel seno stesso della cattedrale milanese, esista col candelabro sottemplice donato da un Trivulzio nel 1560 e illustrato nel *Politecnico* del 1892 una delle attestazioni più nobili e grandiose della pietà e coltura dei padri Benedettini Cluniacensi i quali pei primi, interpretando un passo delle lettere di San Pier Damiani, introdussero nella loro grande Radia di Cluny del 1088, quel simbolo del candelabro ebraico a sette rami riferendolo allo splendore invece ed alla maestà della chiesa cattolica.

Ora, inavvertita a molti fin quì, ma non per questo meno importante e degna di considerazione, è nel museo stesso di Milano altra preziosa relìquia, d'ispirazione essa pure cluniacense, che da notizie plausibilissime sarebbe altresì un ricordo personale d'altro fra i più venerati santi e sostenitori, quali erano i Cluniacensi, della libertà religiosa, e cioè di San Tommaso di Canterbury, che fu canonizzato tre anni dopo il martirio da papa Alessandro III a Segni nel 1173, e val quìndi la pena di soffermarci alquanto nell'esame e nello studio di sì venerato cimelio.

Il coltello, destinato ad apprestare ai fedeli il pane eucaristico, (V. fig. 1), oggidì in possesso del Museo di Porta Giovia, misura in lunghezza cent. 36, di cui cent. 11 sono riservati all'impugnatura in legno di bosso scolpito e cent. 25 alla lama che ha la larghezza massima di millimetri 48.

Notevole è la forma di quest'ultima, nel senso evidentemente che, non trattandosi di arme di offesa, le fu tolta la punta e sostituita venne essa da un elegante traforo tribolato, con linguetta tripartita allusiva forse al mistero della Santa Trinità. Sempre in quell'intento, la lama stessa a sagomatura arcuata è pur traforata nel mezzo, e la parte

scultoria decorativa si limita alle tre zone dell'impugnatura, rassembrante in tutto avorio ingiallito dal tempo.

Come è detto nel cartello apposto a quell'oggetto segnato col n. 943 nella prima vetrina del salone delle Guardie, al piano superiore del palazzo ducale, contrassegnata come contenente avorii romani e medioevali, il coltello eucaristico in questione viene indicato come già appartenente alla basilica dei canonici regolari di Sant'Andrea di Vercelli, e figura solo in deposito al Museo civico e di proprietà della Accademia di Belle Arti di Brera.

Senonchè, innanzi discorrere intorno alla sua provenienza ed all'alto significato ed all'importanza di siffatto cimelio, conviene prima esaminarlo attentamente per farsene una giusta idea.

E venendo innanzi tutto ai soggetti, scolpiti con grande maestria, sì da rassembrare tratti dall'avorio, nelle tre zone del manico, è detto nei brevi cenni d'illustrazione alla tavola VI su cui figura riprodotto il coltello eucaristico in questione nel volume del 1897 edito a cura del Beltrami e dal titolo: *L'arte negli arredi sacri in Lombardia*, che sono quelle tre zone decorate con scene campestri allusive alla coltivazione del frumento e della vite.

Tali soggetti parvero avere opportuna corrispondenza coll'uso attinente al culto eucaristico di quel cimelio; ma, esaminato con attenzione e mercè l'uso delle lenti quegli altorilievi minuscoli eseguiti a guisa di traforo con somma valentia, si dovette riconoscere che, ripartite le tre zone da cerchietti a fiorami quella superiore ed a triangoletti l'inferiore, contengono ognuna quattro soggetti figurati, e così dodici in tutto, quanti sono i mesi dell'anno.

E sono per l'appunto le raffigurazioni iconografiche dei singoli mesi, quali conosciamo nei monumenti scultorii e di arte decorativa del secolo XII e del XIII a Chartres, a Reims, a Saumur e nella stessa Parigi, che appaiono scolpite nel manico di bosso tornito; nè va taciuto, a onor del vero, che ben s'era apposto al riguardo il compianto Mongeri, allorchè il coltello trovavasi nella vetrina 115 dell'antico museo patrio archeologico nel palazzo di Brera, giudicando egli pure nel catalogo suo che vi fossero rappresentati i mesi dell'anno. E già l'Alleganza ne dava la presumibile ragione: *ut quisque erudiatur toto anno Deo immolandum.*

Vediamo infatti nella prima zona superiore il gennaio, espresso col simbolo di persona sedente quasi a desco, e avente superiormente due teste sullo stesso tronco, di cui l'una dalle sembianze senili guarda verso l'anno precedente che sta per involarsi, e l'altra dai giovanili lineamenti fissa l'occhio ansioso verso il nuovo anno che sta per svol-

gersi. Susségue il febbraio, effigiato in una persona sedente e quasi in riposo davanti a rustici ceppi di legno ammonticchiati, pur avendo a sè intorno agricoli strumenti.

Questi ultimi, e per primo la scure, è quello che adopera con vigoria giovanile il marzo, dalle sembianze di un robusto garzone con camiciotto stretto in vita; mentre nel successivo quadro è pure un gentile garzone, in abito più succinto e svolazzante, l'aprile che s' inoltra tra gli alberi dalle foglie in isboccio, cogliendo una fronda verdeggiante.

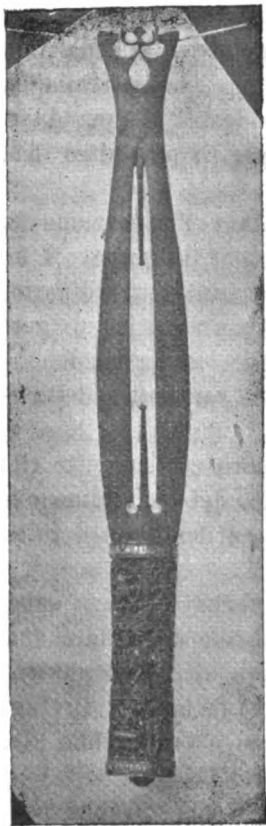



Fig. 1. *Fig. 2.*

Tutti e quattro tali soggetti, e così gli altri, che vengono appresso nelle altre due zone, son separati fra di loro da alberelli a rami ricurvi a foggia di palme, venendo le sinuosità della scorza rappresentate da artistiche intaccature a sega lungo le principali nervature.

È il maggio che apre la serie dei mesi nella seconda zona, e la raffigurazione sua di mese dedito ai sollazzi delle cavalcate e delle caccie

é la consueta d'altri monumenti consimili dell'alto medio evo, di un giovane e baldo cavaliere che tiene colla destra il falco da incapucciarsi e guida colla sinistra un brioso destriero.

Nel susseguente mese di giugno, un colono sta approntando ed affilando i ferri con cui riunisce il fieno falciato, e la falce dal lungo manico tenuta a due mani viene adoperata velocemente dal garzone che raffigura il luglio, cui tien dietro nell'agosto l'effigie di altro colono, che avendo coperto il capo da un conico petaso per ripararsi dalla canicola, taglia l'erba dei prati e ammucchia col falcetto le raccolte messi.

Chiara e parlante per sè appare (fig. 2) nella terza zona infine l'immagine del settembre, con quel contadino che davanti alla botte sorretta su due robusti cavalletti, versa colla destra l'acqua da un fiasco per lavarla convenientemente, tenendo per di più altro fiasco, per l'egual uso nella sinistra mano.

Nell'ottobre invece pare alquanto ritardata l'operazione che vi si scorge di un colono che sta battendo i covoni di grano col bastone a doppia snodatura, e la seminagione che incomincia d'ordinario in quel mese risulta rappresentata, con molta evidenza artistica di gesto e movenze, nel quadretto successivo del novembre in quel colono che, tenendo stretta al petto colla sinistra mano il sacchetto della semente, la spande per l'aria colla destra.

Chiude la serie dei dodici mesi, il dicembre col soggetto tipico prescelto per esso nella iconografia medievale, del contadino che uccide il porco ingrassato coi frutti della terra, e destinato a rallegrare il gajo simposio di Natale.

Tutte queste raffigurazioni scolpite con garbo e finezza somma in un materiale di grana sottile ed eguale, cui il tempo ha dato una colorazione giallognola senza arrecarvi però ombra alcuna di guasti, si appalesano dai costumi tratte da memorie di Francia e di Bretagna, e risalenti al più al secolo XII benchè meglio si attaglierebbe all'arte sua il secolo XIII e al dir del Mongeri, fino il XIV.

Per l'attribuzione sua al primo di detti secoli starebbe per altro la circostanza che nei due cerchi estremi dell'impugnatura di avorio, entrambi d'argento e aventi incastonate quattro pietre preziose ognuna, leggesi un distico latino in versi leonini, e quali cioè furono messi in uso nel secolo XII da quel Leonio che diede loro il nome, canonico della celebre abbazia di San Vittore di Parigi.

I due versi, allusivi per l'appunto all'uso eucaristico, e così oltremodo degno e di tutta santità del coltello, pur presentando qualche oscurità d'interpretazione, accennano al concetto che nessuno vi ponga

mano incautamente e quasi si trattasse di oggetto di poco conto, ma lo adoperi bene e cioè santamente, che sarà causa di malanno a chi lo tocchi incauto, e renderà felice invece chi lo adoprerà convenientemente, e cioè:

NVLLVS ME POSCAT QVOD PARVI SIM. BENE POSCAT
PESTIS POSCENTIS FIAM. FELIX RETINENTI.

Senonchè, più di questo stesso distico, letterariamente del secolo XII, cioè che fa attribuire a tale epoca il coltello eucaristico in questione si è il fatto che un oggetto di sì singolare destinazione, e che può come tale ritenersi piuttosto unico che raro, tradisce per sè un'unica scuola di derivazione in quel secolo e cioè quella dei Cluniacensi, nel periodo più fiorente della cultura loro e cioè allorchè Pietro il Venerabile, abate degli abati negli anni dal 1122 al 1156, versava da Cluny nella cristianità tutti i tesori della sua vasta dottrina chiesastica.

Fra le propensioni in modo peculiare coltivate da quel luminare del monachismo di Occidente nel secolo XII, e di cui i padri Benedettini Cluniacensi si fecero scrupolosa cura d'osservanza, v' erano le più minute prescrizioni per la preparazione del pane eucaristico con speciali e meticolose norme di decoro e pulizia, avendo essi pel sacramento fondamentale del culto cattolico una divozione portata al massimo punto.

L'uso delle sacre ostie compresse col ferro non era allora così diffuso come al presente, sicchè è a dubitarsi fosse in tutto abolito per la sacra comunione dei fedeli il valersi in casi eccezionali del pane fermentato od azimo, e fino del pane stesso cotto al forno.

Lo stesso Pietro il Venerabile, nel suo libro I dei *Miracoli*, citando il prodigio celeste di certa persona che, essendosi indegnamente accostata al sacramento dell' eucaristia, non poteva ad onta d' ogni sforzo inghiottire il pane che gli era stato apprestato come il corpo di Cristo, accenna manifestamente all'uso tuttora persistente, non fosse altro che in date solennità, del pane franto in pezzetti in luogo dell'ostia eucaristica.

Aggiungasi che per costumanza cluniacense solevasi, come nei secoli antichi ai catecumeni, frangere e distribuire il pane quasi propiziatore di santità, a coloro che fossero per qualsiasi causa indegni di accostarsi al sacramento della comunione pasquale, e comprendesi allora benissimo come, col rispetto massimo che avevano i padri Benedettini di Cluny a tutto quanto concerneva la sacra eucaristia, fosse stato da essi ordinato, colla sontuosità che era loro naturale in tutto quanto concerneva gli oggetti del culto divino, apposito coltello dalla mistica

lama senza punta e con manico lavorato a trafori e pietre preziose per quella cerimonia pasquale.

Ciò era fors'anche un'usanza speciale dei Cluniacensi di Canterbury, imitata del resto dai Greci e in uso in Gallia, se pure non fu una pia consuetudine introdotta in Inghilterra dallo stesso Tomaso Becket, arcivescovo di quella somma fra le diocesi inglesi; ma ciò che sappiamo dalla *Deductio critica* dell'abate Frova del 1761 e, con maggiori particolari da altra delle lettere del padre Allegranza del 1775 si è che quel coltello eucaristico che ricordava la sacra lancia dei Greci, trovavasi in quegli anni custodito come sacra reliquia nel tesoro dell'Abbazia di S. Andrea dei canonici regolari di Vercelli, i quali ne erano venuti in possesso fino dalla fondazione di quel tempio per opera del cardinale Guala Bicchieri del 1220.

Ma, dato che quella costumanza eucaristica fosse propria dei Cluniacensi, può chiedersi come quel coltello per la frazione del pane, possa essere stato a noi tramandato come reliquia personale di San Tommaso Bechet.

Senonchè, va tenuto presente che, oltre la chiesa di San Salvatore in Canterbury, sede dell'arcivescovo sulle rive della Stour nella contea di Kent e che divenne la primaziale di tutta l'Inghilterra, come lo è ancor oggi della Chiesa anglicana, v'era ivi uua potente abbazia, fondata fino dal secolo VI da re Etelfredo, dedicata ai Santi Pietro e Paolo dapprima e poscia a Sant'Agostino, destinata ad accogliere i sarcofaghi reali.

Nei primi anni del secolo XI, al dir del Sackur, Guglielmo di Volpiano spedì dalla Normandia Monaci cluniacensi per essa, e l'arcivescovo Dunstano di Canterbury vi introdusse le regole di S. Benedetto di Fleury sulla Loira a cui un inglese Gönner dedicava un ricco sacramentario, ed ove si distinse pure un Olybold.

Da quel chiostro cluniacense recossi nella contea di Kent lo stesso celedre abate Abbone, autore di una storia dei Papi, ed in diretta corrispondenza coll'abate Vulfrico di S. Agostino e un converso Osvaldo di Henry divenne anzi arcivescovo di York. All'abbazia di Canterbury venne inoltre accordato nel 1067 il diritto di mitra, e un lungo elenco di priorati cluniacensi, sortì in Inghilterra nei secoli XI e XII, registra il Marrier nel suo catalogo del 1367, avendo più d'uno di quei priorati fino a trenta monaci e noverandosi quasi duemila monasteri. La stessa dedica a San Salvatore della chiesa primaziale di Canterbury nel 1070 rivela attinenze con Cluny che a San Salvatore dedicò molte delle sue chiese, fra cui quella medesima di Fleury e le altre di Limoges, Metz, Toul, Vaux, ecc. A San Salvatore fu pure intitolata da S. Majolo la basilica *extra muros* di Pavia,

E poichè i Cluniacensi si mostrarono sempre oltremodo ligi all'autorità pontificia, è in quella badia benedettina di Canterbury e nei varii Priorati che San Tommaso Becket trovò largo appoggio a tutela dei diritti della Santa Sede, di cui egli era il legato autorevole naturale.

Aggiungasi a ciò che e prima e dopo la gita a Sens ed al convento di Pontigny in Francia, ove ebbe ad incontrarsi con papa Alessandro III, Tommaso di Canterbury era per abito incline alle abitudini claustrali, tantochè la *Passio* sua, edita fin dal 1604 da Gerardo Vozzio, togliendola da un codice del Vaticano, dice che il santo macerandosi coi cilicii, *sub vestis clericalis honestate, habitum celabat monachalem.*

E notisi che era anzi tanta l'ifluenza del monarchismo benedettino cluniacense in Canterbury che, nella grave contesa insorta nell'inizio del secolo XIII fra Giovanni senza terra e la sede papale, il pontefice Innocenzo III decise a favore dei monaci per quanto concerneva l'elezione dell'Arcivescovo di Canterbury, dicendo che sebbene ai vescovi spettasse, secondo l'antica disciplina della chiesa, di eleggere il loro primate, ai monaci di Canterbury competeva l'elezione dell'arcivescovo per privilegio antico, già di quattro secoli, dai primi tempi cioè dell'evangelizzazione dell'Inghilterra che, come si sà, fu appunto operata dai benedettini.

Comprendesi da ciò come potesse prediligere San Tommaso Becket la badia con tendenze cluniacensi alla diretta sua dipendenza in Canterbury stesso, e far luogo colà nella solennità pasquale della cerimonia in tutto monastica della frazione del pane a mezzo dello speciale coltello, flessibile oltremodo per la apposita fessura mediana e con suggello all'estremità per apporre il segno della Trinità al pane eulogico.

La scuola di Cluny eccelleva anche in codesto particolare pel rispetto altissimo che professava al mistero eucaristico, e la cura che si dava come dicemmo, di speciali provvidenze per la preparazione delle sacre specie, cosicchè pel locale chiostro era più che altro destinato quel mistico coltello; mentre, ove se ne fosse fatto uso nella chiesa arcivescovile di San Salvatore, non saprebbe spiegarsi come quella costumanza non siasi estesa alle altre chiese di Inghilterra, dipendenti già tutte allora dall'arcivescovado di Cantorbury.

In ogni modo è da Canterbury, e come ricordo personale di San Tommaso Becket che quel coltello sarebbe stato portato a Vercelli dal cardinale Guala allorchè fu per un trienio legato apostolico presso il re d'Inghilterra, e ciò non solo come reliquia *eulogica,* ossia attinente indirettamente al sacramento eucaristico, ma altressì quale oggetto santificato *martyris contactu,* escludendosi così che potesse essere quella l'arme micidiale con cui l'arcivescovo Tommaso fu martirizzato, come

fu erroneamente asserito dal Pennoto, illustratore dei Lateranensi e Canonici regolari di Sant' Agostino, nell' intento forse più che altro d' accrescerle venerazione.

In qual modo sì prezioso oggetto d' arte e d' archeologia e nel tempo stesso tanto sacra e venerata reliquia potè venir avulsa dal santuario di Sant' Andrea in Vercelli, può spiegarsi solo colle violazioni di chiese e pii depositi, all' epoca della Cisalpina e nelle incursioni Napoleoniche sembrando difficile ciò possa essere avvenuto allorché a mezzo del conte Salabue, vennero trasferiti a Torino i codici di Sant'Andrea di Vercelli.

Quel coltello eucaristico parrebbe infatti pervenuto all'Accademia di Belle Arti, da quanto può arguirsi, in seguito alla donazione del pittore Giuseppe Bossi del proprio museo d'arte, da lui raccolto qua e là in tempi fortunosi. Con quel pio desiderio lo contemplava, or è qualche anno, il benemerito canonico prof. Romualdo Pastè che ha testè pubblicato col conte Mella una dotta e ricca illustrazione di Sant' Andrea di Vercelli per l' appunto! E volle anzi il chiaro autore che figurasse la zincotipia di quel coltello nel programma della sua opera.

Milano però dovrebbe non lasciare più a lungo sì ricco tesoro confuso tra gli altri oggetti d' una bacheca del Museo; e trattandosi di cimelio unico in arte, circonfuso tutt'ora di non so qual maestà di sacri ricordi, non sarebbe male venisse tenuto isolato in vetrina a parte, che permettesse di contemplare da tutti i lati le sculture del manico d'avorio a mezzo di una vicina lente, come fu praticato assai opportunamente all'Ambrosiana per la bacheca dei cammmei.

E poichè gli avidi Mussi non restituiscono mai, per qualsiasi ragione, gli oggetti che abbiano in qualsiasi modo tolto ad altri, sarebbe ancor quello il mezzo migliore per attestare l' importanza che si riconosce nel coltello eucaristico di S. Andrea di Vercelli, non solo per la considerazione che si merita quale memoria liturgica di incalcolabile valore, ma anche sotto il rispetto dell' arte e dell' archeologia.

DIEGO SANT'AMBROGIO.

ALCUNE CONSIDERAZIONI

SUL RIORDINAMENTO DELL' INSEGNAMENTO

TECNICO SUPERIORE (1).

Può parere, ed è forse, atto di improntitudine il mio di prendere la parola in così eletta assemblea. Ma due considerazioni mi incoraggiano a farlo: la prima che le idee che sono per esporre, sono in parte ispirate a quelle che in una relazione, per disgrazia sepolta negli atti parlamentari, svolse il nostro illustre presidente; la seconda che gli istituti superiori tecnici hanno fra i loro scopi precipui non tanto quello, che pur non debbono trascurare, di indirizzare alle più elevate ricerche le menti più elette, quanto quello di imprimere alla maggioranza dei mediocri un indirizzo che valga a renderli capaci di fornire la maggior somma possibile di lavoro utile per lo svolgimento delle risorse economiche del Paese. È a nome di questa massa di mediocri ch' io imprendo a parlarvi.

Avendo in mira quest' ultimo scopo, gli ordinamenti degli istituti superiori tecnici, comunque si chiamino Politecnici, Scuole d'applicazione o che so io, dovrebbero ispirarsi, secondo me, ai principî seguenti:

1.° Alle discipline tecniche porgono validissimo sussidio le matematiche, come lo porgono alla fisica, alla chimica fisica, alla economia politica, alla statistica e persino alla fisiologia, e lo porgeranno sempre più alle altre scienze a mano a mano che queste progrediranno; ma la qualità che più importa educare nel tecnico non è la facoltà deduttiva propria della logica matematica, ma bensì lo spirito d'osservazione. A centinaia si contano ingegneri insigni che non possedevano se non poca o punta cultura matematica.

2.° Il tecnico deve essere educato non al sapere, ma al saper operare.

Dalla prima premessa traggo la conseguenza che l'insegnamento superiore tecnico non raggiungerà mai il suo assetto normale finchè non sarà svincolato da ogni legame di dipendenza dalla facoltà di scienze. E a ciò, non basta creare un insegnamento speciale di matematica per gli ingegneri, come si fece a Milano ed a Torino, ma occorre che le scuole superiori tecniche abbiano dignità di facoltà autonoma, quella dignità che fu conferita loro in Prussia, dove fino a una ventina d' anni fa l'ingegneria era considerata con disprezzo come un *wissenschaftlich drappirtes Metier*;

(1) Lettura dell' Ing. Carlo Barzanò.

mentre ora è riconosciuta come fattore principalissimo della prosperità del paese. Occorre, dico, che le facoltà tecniche abbiano la loro rappresentanza indipendente e non conglobata con quella delle facoltà di scienze, nel Consiglio Superiore della pubblica istruzione, e ciò perchè nella scelta di docenti si abbia a tener conto non solo del sapere, ma della attitudine a fare, non solo della cosidetta attività scientifica (rappresentata talvolta pur troppo da memorie o libri che non sono altro che compilazioni indigeste) ma si abbia a tener conto altresì, e in prima linea, della attività pratica del concorrente. È vero che a malgrado degli attuali ordinamenti, per l'influenza personale di uomini eminenti (il Brioschi, il Colombo), alcuni insigni ingegneri (cito fra altri il compianto prof. Ponzio, decoro dell'insegnamento e dell'ingegneria italiana) poterono raggiungere i gradi più elevati dell'insegnamento con un bagaglio di carta stampata estremamente modesto; ma ciò dev'essere non già la eccezione, ma la regola.

E poichè l'estensione delle discipline tecniche va crescendo a dismisura, c'è chi propone, oltre le specializzazioni già attuate in proporzione molto modesta in alcuni dei nostri istituti, di aumentare di un semestre, o magari di un anno complementare, la durata degli studi. Dall'adozione di tale partito, non suffragato, ch'io sappia, da alcun esempio estero, deve sconsigliare la considerazione di una delle due premesse da me poste.

L'ingegnere non ha la missione contemplativa e indagatrice dello scienziato, la sua missione è essenzialmente direttiva; egli deve imparare a reggere non solo le cose, ma gli uomini. E gli uomini non si imparano a conoscere nella scuola comunque organizzata. Il ritardare l'entrata dei giovani nella vita pratica ancor più di quello che già avvenga da noi, sarebbe a parer mio, grave errore: sarebbe un aprire maggiormente le porte alla importazione, già considerevole, di personale tecnico forestiero.

Da noi non si vuole, e a ragione credo, spingere la specializzazione al punto a cui la spingono certi *Technikum* tedeschi e svizzeri, certi *colleges* inglesi e americani, che creano dei periti meccanici, dei periti elettricisti, i quali nei primi anni della loro carriera sono molto apprezzati per le profonde cognizioni dei minuti dettagli, ma poi, a meno di eccezionali attitudini, non fanno più strada, perchè non sanno uscire dal solco della loro pratica limitata. (Ebbi il piacere di vederne tanto in Germania che in America alla dipendenza di giovani ingegneri italiani meno esperti, ma più agili di mente e più ricchi di soda coltura).

Volendo dunque dare all'ingegnere una conoscenza sufficientemente larga delle più essenziali discipline tecniche, conoscenza acquistata non solo coll'insegnamento orale, ma nei laboratori, per modo che l'allievo apprenda da sè quali siano i limiti di applicabilità delle leggi espostegli nella scuola, occorre sempre maggior tempo; e se non si vogliono superare i cinque anni di corso, occorre rassegnarsi a sfrondare di molto l'insegnamento della matematica.

Sfrondare ma non indebolire, sfrondare ma intensificare.

Quanti sono fra gli ingegneri quelli che, pur avendo fatto ai loro tempi

degli splendidi esami di calcolo infinitesimale, maneggiano questo prezioso istrumento con altrettanta prontezza, sicurezza e facilità, come tutti maneggiamo la matematica elementare che è diventata sangue del nostro sangue? La maggioranza degli ingegneri sa il calcolo tanto da intendere con non troppa difficoltà sviluppi non troppo difficili, giusto come quelli che hanno fatto con qualche profitto le scuole classiche sanno il latino tanto da intendere alla meglio Orazio e Tacito. Ma il calcolo non è una lingua morta, è qualche cosa di più vivo che mai.

E bisogna che nell'insegnare il calcolo si abbia bene in mente che all'ingegnere non basta di comprendere delle dimostrazioni e di saperle ripetere, che all'ingegnere torna inutile tutto ciò che egli non conosce così a fondo da poterne fare con sicurezza e facilità applicazioni nella pratica della sua professione.

Occorre dunque intensificare lo studio del calcolo, ma questa intensificazione, per la ripetuta ragione dei limiti di tempo, non potrà andar scompagnata da una riduzione ai minimi termini della cosidetta algebra complementare di cui solo la soluzione delle equazioni numeriche ha interesse per l'ingegnere, dalla quasi soppressioue della geometrica proiettiva e della statica grafica le cui nozioni più importanti possono essere compendiate in poche lezioni e anche da una riduzione sensibile dello sviluppo eccessivo che si suole dare alla teoria analitica delle linee e delle superfici di secondo ordine. Un rimaneggiamento non meno radicale richiede, secondo il mio modo di vedere, l'insegnamento della meccanica razionale o generale che dir si voglia. In moltissime parti l'insegnamento potrebbe progredire parallelamente o anche precedere quello del calcolo, cominciando colla trattazione delle questioni per le quali il ricorrere all'ausilio dell'anali si superiore, come si fa nell'insegnamento classico, non è guari più ragionevole di quello che sarebbe l'adoperare un argano per sollevare un fazzoletto.

Ma ciò che più importa è che al tecnico si parli presto un linguaggio tecnico, che egli sia presto abituato a considerare dei proiettili, dei treni, delle ruote, dei giroscopi e non soltanto dei punti e dei sistemi rigidi coi rispettivi assi coordinati che potrebbero esser lasciati molto più in pace, senza per nulla detrarre al rigore delle trattazioni. Nè si capisce perchè la meccanica, come si insegna da noi, debba comprendere soltanto i sistemi rigidi e i fluidi, mentre i sistemi elastici, che dovrebbero formare il naturale anello di congiunzione, sono rilegati in un altro corso, quello della scienza delle costruzioni.

L'insegnamento delle materie di carattere più spiccatamente pratico, per la cui scelta si dovrebbe lasciare molta libertà ai giovani, prescrivendo soltanto un numero minimo di corsi da frequentare con profitto, non dovrebbe modellarsi secondo paradigmi fissi, ma adattarsi alle attitudini degli insegnanti di cui ciascun istituto dispone. Però ai corsi di teoria di macchine e di termodinamica applicata dovrebbe sempre precedere un corso puramente descrittivo, la *Maschinenkunde* dei tedeschi, perchè le nozioni

intorno ai cicli termici, intorno ai sistemi di regolazione e via via non rimangano campate in aria nella mente degli allievi.

Il costruttore non può formarsi nella scuola, ma importa che la scuola non isvii chi ha attitudine a diventarlo, importa che i disegni che si fanno nella scuola non chiamino il sorriso sulle labbra dei pratici.

Se il professore di macchine non è, e non fu mai, costruttore, si scelga assistenti che abbiano fatto qualche anno di pratica; che sappiano rendersi conto del come passare dal disegno all' esecuzione, quali pezzi si possano eseguire e quali no, o solo in condizioni anormali ed economicamente disastrose.

Questo compito non può essere quello degli allievi anche i migliori, appena usciti dalla scuola, e perciò il sistema, tanto comune, di trattenere direttamente nella scuola i migliori allievi facendone degli assistenti, quantunque in alcuni casi di attitudini eccezionalissime abbia dato buoni risultati, è in generale da sconsigliarsi.

INDENNITÀ SPETTANTE AI PROPRIETARI
D'IMMOBILI ESPROPRIATI PER COSTRUZIONI FERROVIARIE.

Pei lavori da eseguirsi tanto sulle esistenti linee di ferrovie che per quelle nuove, le une e le altre esercitate dallo Stato oppure concesse ai privati con sovvenzione governativa, a mente dell'art. 77 della legge 7 Luglio 1907 sull'ordinamento del servizio di Stato delle ferrovie, la indennità di espropriazione viene determinata applicando le norme dell'art. 13 della legge 15 Gennaio 1885 sul risanamento di Napoli. E tali norme consistono nell'assumere la media tra il valore venale dell'immobile e la somma di 10 annate di rendita ricavate da contratti di affitto con data certa corrispondente al rispettivo anno della locazione; e se tali contratti non esistono il secondo termine della detta media sarà rappresentato da 10 volte il reddito catastale desunto dall'imponibile che contrassegna l'immobile nelle mappe censuarie.

Siccome la legge sul risanamento di Napoli fu discussa ed approvata unicamente pei fabbricati di tale città pei quali mentre il catasto funziona regolarmente, il valore empirico rappresentato dalla somma di 10 annate di fitti o dal decuplo del reddito catastale, corrisponde ad altro razionale (1), così la indennità di espropriazione desunta dalla indicata media nella generalità dei casi riesce esatta.

Invece la stessa media applicata ai terreni dà una indennità effimera perchè notevolmente inferiore alla dovuta, e tanto per doppia ragione. La prima perchè nelle provincie napoletane vige ancora il catasto provvisorio di quasi un secolo indietro, che, come tutti sanno, è zeppo di errori e di inesattezze, non figurandovi vari poderi ed altri essendovi segnati con un imponibile derisorio. La seconda perchè anche ammesso che il reddito catastale collimi con l'effettivo, nè il decuplo di tale reddito nè la somma di 10 annate di fitto possono anche lontanamente rappresentare il valore del corrispondente terreno.

Il legislatore ha voluto per analogia applicare ai fondi rustici la ripetuta media, ma è incorso in un gravissimo errore sia perchè non ha tenuto conto del nostro imperfetto catasto rustico e sia perchè ha creduto che gli

(1) Cioè al valore ottenuto capitalizzando la rendita media annuale dell'immobile alla ragione di ragguaglio del 7 % dopo averla depurata dal contributo fondiario sull'imponibile legale, e togliendo dal risultante prezzo d'estimo un'annata di rendita lorda pel capitale dell'annua manutenzione.

elementi di valutazione di un fabbricato siano i medesimi di quelli di un terreno.

Epperò lo scopo della stima essendo quello di assegnare al terreno espropriato il vero e reale suo valore, non havvi altro mezzo a raggiungerlo che quello di contrapporre errore ad errore, ossia introdurre ad arte un errore capace di emendare l'altro causato dalla legge. E tale mezzo, strano per sè stesso ma che s'impone, e diviene *conditio sine qua non* per la eccezionalità del caso, consiste nel determinare la differenza in meno che il secondo termine della media presenta rispetto al primo, cioè all'effettivo valore venale, e di aumentare questo di tanto per quanto è la indicata differenza. Con ciò si compie un atto di pura giustizia e si raggiunge lo intento della legge generale di espropriazione per utilità pubblica del 25 Giugno 1865, che mentre vuole che il patrimonio del privato proprietario rimanga inalterato prima e dopo l'occupazione, con l'articolo 39 prescrive che la indennità di espropriazione consister deve nel giusto prezzo che avrebbe avuto l'immobile in una libera contrattazione di compra-vendita.

Nutriamo speranza che con una nuova disposizione di legge venga corretto l'errore del citato articolo 77.

Napoli, Settembre 1908.

Ing. Cav. Uff. CARLO SCALA.

CONGRESSO DELLE "STRADE,,

A PARIGI.

L'importanza del Congresso delle *Strade*, tenuto in questi giorni a Parigi, è dimostrato dal notevole numero degli intervenuti (forse 1800), da ogni parte del mondo civile. Il merito del successo devesi in molta parte alla buona preparazione ed all'appoggio dato dal Governo francese: ma sopra tutto si trova nell'interesse dell'argomento.

In fatto di strade siamo forse in presenza di una vera rivoluzione, improvvisa come la causa, che va a determinarla.

Questo hanno già bene compreso gli altri: non ancora noi Italiani: infatti soltanto una ventina erano gli accorsi dal nostro paese su circa 60 iscritti! Mancava la rappresentanza del Governo italiano: appena tre, o quattro provincie avevano i loro delegati: il solo Comune di Milano aveva invece mandato tre ingegneri del suo ufficio tecnico; come altri delegati venivano dal Touring Club Italiano: anzi Provincie e Comune di Milano e Touring si sono presentati anche alla Mostra annessa al Congresso delle strade.

La squisita amabilità francese ha fatto gli onori di casa, a Parigi, a Nizza, a Mentone, con isplendida larghezza, e ha dato modo ai congressisti di vedere come sieno costruite e mantenute le carreggiate nuove nelle strade di gran movimento, tanto nell'interno delle città, quanto pure nelle arterie non urbane

Senza parlare delle prime, dove non è ancora detta l'ultima parola circa i migliori sistemi, il Congresso di Parigi ha oramai assodato che la compressione meccanica delle massicciate, sia a pietrisco, sia a ghiaia, si impone, tanto nella costruzione delle strade, quanto pure nella manutenzione loro.

L'incatramatura susseguente è un complemento necessario, che rapprenta quanto finora si conosce di meglio per diminuire l'usura della massicciata, e quindi la polvere.

Queste sono conclusioni importanti del Congresso, generalmente ammesse, e già preparate prima per notevoli monografie dei rela-

tori. Le pubblicazioni preventive, fatte per il Congresso, erano moltissime, e costituiscono un materiale prezioso di studio.

È una necessità pressante richiamare in Italia l'attenzione, non soltanto dei tecnici, ma ancora quella degli amministratori sulla questione della *Strada:* poichè se il problema tecnico può dirsi in molta parte risolto, si presenta assai grave quello economico.

In breve tempo noi dobbiamo trasformare radicalmente la coperta delle nostre strade di grande passaggio, specialmente di quelle, dove corre gran numero di automobili, e dobbiamo raddoppiare la cura e la spesa della manutenzione: mentre se continueremo con gli antichi metodi, anche le strade fino a ieri buone, diventeranno domani senza dubbio cattive.

Lo studio dei nostri materiali disponibili per la strada e dei migliori metodi per usarli, occuperà tutti i nostri uffici tecnici, che dovrebbero stringersi in fascio per risolvere quanto vi sarà di comune in tale problema.

Ma Provincie e Comuni, ed anche molto il Governo, devono comprendere non essere sufficienti gli studi tecnici; bisogna anche prepararci presto ai sacrifici economici, che soli possono ridurre e mantenere anche in Italia la grande viabilità in quelle condizioni vantaggiose, cui coraggiosamente si procurano già gli altri paesi, avanti nella civiltà.

Ing. V. G.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il laboratorio per le prove sui materiali nel Politecnico di Stoccarda. (1) — Il laboratorio per le prove sui materiali, rappresentato in pianta ed in alcune sezioni nella tavola 44 è una nuova costruzione a padiglione isolato della superficie coperta di 996 mq.; i lavori murari vennero ultimati nell'anno 1906, però l'impianto del macchinario ed i lavori di finimento dei locali riuscirono completi soltanto verso la fine dell'anno 1907, data che coincide coll'entrata in attività del nuovo laboratorio. Esaminando nella tavola la pianta di piano terreno del fabbricato troviamo che i diversi locali sono così distribuiti progredendo da sinistra verso destra: la fucina, il locale per le piallatrici e per le mole, l'officina meccanica, le due sale per le macchine di prova I e II; seguono i locali per i lavori in cemento I, II e III, lo studio per un'ingegnere assistente, il locale per le pesature, quello di deposito del materiale di prova e lo studio per il direttore del laboratorio. Posteriormente a questo fabbricato trovansi distribuiti i diversi magazzeni.

I locali per la fucina, per le piallatriei e mole sono cantinati, al solo scopo di ereare degli ambienti adatti per la formatura dei getti di prova in calcestruzzo.

Al primo piano sono raggruppati i locali di studio del direttore, degli impiegati, una biblioteca, un laboratorio per le riproduzioni microfotografiche ed una camera oscura per lavori fotografici.

L'ultimo piano è occupato da magazzeni e da camere d'abitazione per il direttore e per il personale; l'intero fabbricato è provvisto di riscaldamento a vapore a bassa pressione.

Il laboratorio venne dotato del seguente macchinario di prova: una macchina verticale per le prove di compressione e flessione su provini fino a 9.3 m. di altezza e 1200 mm. di diametro; sforzo massimo fino a 480000 Kg.; una macchina verticale per prove di compressione, su provini fino ad 1 metro d'altezza, sforzo massimo 450000 Kg.; una macchina ver-

(1) Riassunto da una lettura di C. Bach al Collegio degli Ingegneri del Württemberg.

ticale per prove di compressione su provini fino ad 1, 1 m. di altezza; sforzo massimo 150000 Kg.; una macchina orizzontale per prove di tensione, compressione, flessione, torsione, sugli sforzi taglianti e sui solidi caricati di punta con una lunghezza massima di 8 metri dei corpi per le prove di tensione, pressione e pressione-inflessione, di 3, 4 per prove di flessione: sforzo massimo di 100000 Kg.; momento torcente fino a 600000 Kgcm.

Oltre a queste macchine principali vanno ricordate:

1 macchina orizzontale per prove di tensione, compressione, flessione, torsione e sforzi taglianti; sforzo massimo 60000 Kg.

1 macchina verticale per prove di tensione e flessione speciale per travi in cemento armato; sforzo massimo 50000 Kg.

1 macchina verticale per prove di tensione, pressione, flessione e sforzi di taglio, speciale per prove di tensione a temperature elevate; sforzo massimo 50000 Kg.

1 macchina verticale speciale per prove di compressione su materiali cementizi; pressione massima 30000 Kg.

1 macchina verticale per provocare contemporaneamente sforzi di tensione e torsione: sforzo massimo fino a 25000 Kg. per la tensione e fino a 16500 Kgcm. per il momento torcente.

1 macchina speciale per fili metallici: momenti di torsione fino a 600 Kgcm.

1 macchina per la prova dei tubi in cemento; sforzo massimo 10000 Kg.

1 macchina verticale per le prove su piastre; sforzo fino a 10000 Kg.

1 macchina verticale specialmente adatta per prove di tensione fino a 5000 Kg.

1 macchina per sforzi di strappamento fino a 1200 Kg.

1 macchina per prove di strappamento fino a 250 Kg. per provini in cemento.

Oltre a tutte queste macchine speciali, notiamo ancora un impianto di accumulatori a pressione d'olio che servono le macchine per le prove di tensione da 480000 Kg. fino a 5000 Kg. Pressione: 300 atmosfere.

Le due macchine di prova per sforzi di tensione fino a 60000 e 50000 Kg. sono azionate da motori elettrici; tutte le altre hanno invece comando a mano.

Nel laboratorio sono installate inoltre le seguenti macchine speciali: 2 dispositivi per le prove sugli stantuffi da 1000 mm. di diametro fino a 1850 mm.; due masse percuotenti a pendolo per le prove di flessione per urto, per un lavoro di 90 e 230 Kgm. e finalmente un'istallazione completa per la preparazione dei provini dei materiali da costruzione e precisamente: otto magli a braccio, una mescolatrice, 1 maglio verticale ed 1 molino a sfere. Tutte queste macchine sono azionate elettricamente.

Barriere automatiche per passaggio a livello (1). — I passaggi a livello costituiscono uno dei punti deboli della ferrovia, almeno per la frequenza colla quale si rinnovano gli accidenti e gli infortunii in corrispondenza di questi punti medesimi.

Sulla linea Montreux-Berna è ora in prova un sistema di barriera automatica, specialmente adatta sulle linee a trazione elettrica applicabile anche alle ferrovie solite se si dispone in vicinanza del passaggio a livello, di corrente elettrica. Le due sbarre che chiudono il passaggio a livello, ruotano attorno ad un asse orizzontale: normalmente esse sono verticali, ma prima del passaggio dei treni si abbassano per l'azione di un motore elettrico. Tutto il movimento è posto in una piccola cabina ai lati della barriera. Si comprende senz'altro come deve funzionare un simile sistema quando il treno si avvicina, l'archetto di presa della corrente T, mette in comunicazione la linea F col filo ausiliario H, collegato al motore M, alle lampade B, ed alla suoneria G.

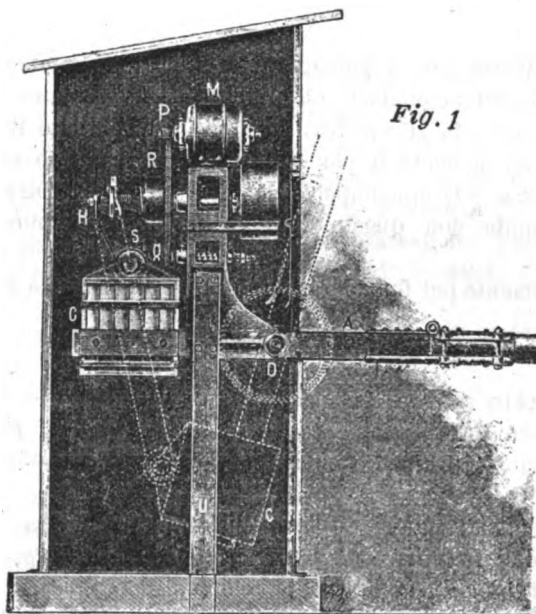



Fig. 1

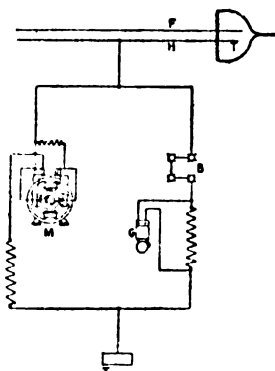
Il motore M entra in azione, girando una fune che passa su una puleggia fissa al contrappeso che mantiene diritta la barriera: il contrappeso si solleva e la barriera si abbassa.

La fig. 1 mostra i dettagli degli apparecchi. La sbarra A, munita dei contrappesi C, gira attorno all'asse O. D'altro lato, il motore M, installato su una mensola è munito di un pignone che ingrana nella ruota dentata R.

(1) *La Nature — Rivista Ingegneria Sanitaria.*

Una parte dell'asse di R porta il tamburo d'avvolgimento della fune; l'assieme è montato su un'asse filettato, e la ruota può spostarsi su questo asse. All'estremità H dell'asse fisso porta una leva alla quale è fissata una delle estremità della corda di manovra del contrappeso.

Fig. 2.

Schema.

Questa corda passa per la puleggia S e si arrotola sul tamburo. Quando il motore gira, la ruota dentata e il tamburo si avvicinano all'estremità H dell'asse fisso, e la corda si arrotola sul tamburo: passato il treno si interrompe la corrente, la ruota R per effetto del contrappeso si sposta verso destra e si addossa a Q che impedisce i colpi secchi. L'altra barriera funziona sincronamente con questa rilegata da una semplice trasmissione a fune.

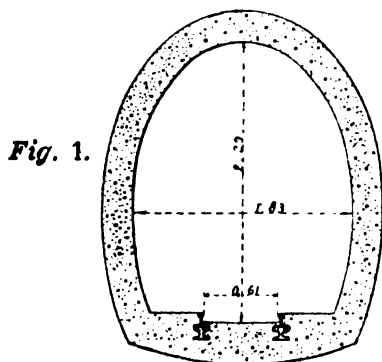
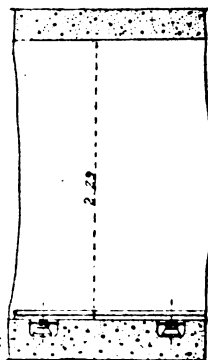
L'energia sufficiente pel funzionamento di queste sbarre è l'$^1/_{10}$ di cavallo.

Il mètropolitain per servizio merci di Chicago. — Crediamo interessante riportare dal *Gènie Civil* e dall'*Ingegneria Ferroviaria* le notizie che seguono sulla rete del mètropolitain per il servizio delle merci di Chicago.

La rete sotterranea in parola era in principio destinata alla posa dei cavi telegrafici dell'*Illinois Telegraph and Teleplone Co*, che nel 1899 aveva stabilito l'impianto di una rete telefonica automatica. Ma nel 1904, dopo aver ottenuta una concessione per un periodo di trent'anni, la stessa Compagnia decise la trasformazione delle rete di gallerie già eseguite (circa una ventina di chilometri) in ferrovia metropolitana elettrica per il servizio delle merci: alla vecchia Compagnia concessionaria subentrò la nuova all'uopo costituitasi, la *Illinois Tunnel Co.* che ingrandì la rete, la quale nel 1907 si sviluppava per ben 64 chilometri.

Costruzione delle gallerie. Le gallerie (fig. 1 e 2) presentano una sezione a ferro di cavallo, di 4 m. di larghezza e 4,25 di altezza, ovvero di m. 1,85 di larghezza e 2,30 di altezza, a seconda della loro importanza. I lavori furono compiuti mediante l'aria compressa.

L'avanzamento non presentò gravi difficoltà: l'armatnra delle gallerie fu eseguita con legname e con quadri di ferro ad **U** posti ad intervalli di m. 0,90. Il rivestimento è in cemento: il suo spessore è di m. 0,33 alla base ed alle pareti e di m. 0,25 alla volta nelle piccole gallerie, e di m. 0,53 e 0,45 nelle grandi gallerie. Il cemento impiegato aveva la composizione seguente: parti 1 cemento Portland, parti 5 di ghiaia. Il numero degli ope-

rai addetti fu di 850 circa, più 650 addetti agli sterri; l'avanzamento giornaliero medio fu in ciascun cantiere di m. 6, 40. Il trasporto dello sterro 3000 ÷ 5000 mc. al giorno) venne eseguito mediante una doppia strada ferrata di m. 0, 35 di scartamento posta in gallerie, e di vagoncini lunghi m. 1, 20 e larghi 0, 50. Questi venivano sollevati nei pozzi (in numero di otto) mediante montacarichi e scaricati in altri carri, che trasportavano il meteriale lungo le rive del lago Michigan.

Armamento e materiale rotabile. Le linee sono a doppio binario dello scartamento di m. 0,61 armate con rotaie Vignole da 25 kg./m., fissate a dei cuscinetti metallici, i quali sono posti nello strato di cemento come rilevasi dalle fig. 1 e 2.

I vagoncini, di acciaio, sono lunghi e stretti: il loro telaio è di lamiera imbottita ed è montato su carelli con ruote di m. 0,35 di diametro: detti vagoncini possono facilmente inscriversi in curve di m. 4,50 di raggio. Essi sono muniti di freno a mano e di agganciamento automatico.

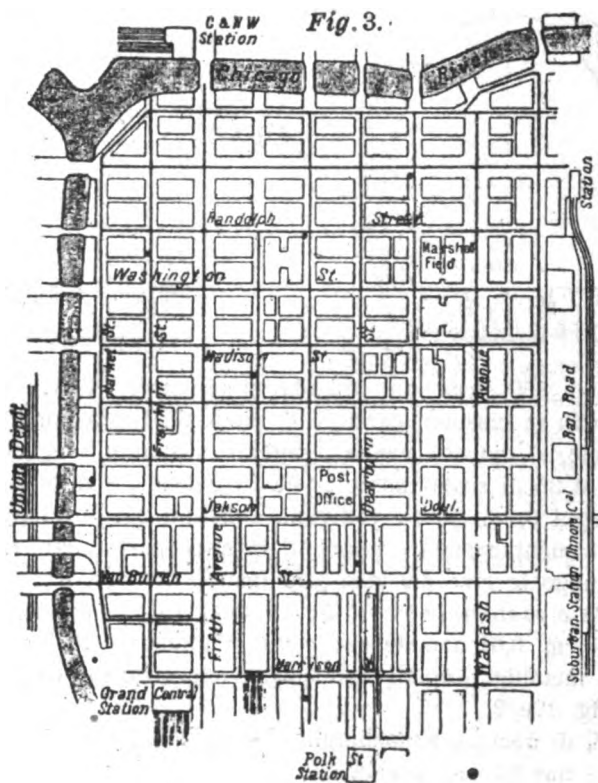
Le locomotive elettriche, a trolley, che rimorchiano i treni, sono simili a quelle impiegate nell'esercizio minerario: di esse esistono due tipi, di cui ecco le caratteristiche:

potenza del motore	HP.	75	8
peso	tonn.	3	5
base rigida . . .	mm.	600	600
velocità di marcia .	km.	10	10

La corrente è fornita alla tensione di 250 volt dalla centrale dell'*Illinois Tunnel Co.*

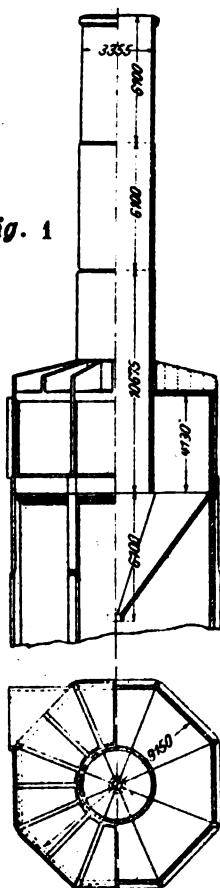
La circolazione dei treni è continua: a ciascun cliente è affidata una propria sezione ove riceve i vagoncini vuoti o carichi. La manutenzione del materiale, della sezione e le manovre sono a carico del concessionario della sezione.

Come rilevasi dalla planimetria generale (fig. 3) la rete comprende: nove vie parallele nella direzione nord-sud e dieci nella direzione est-ovest

Fig. 3.

ad ogni incrocio vi sono raccordi in tutti i sensi e gli aghi degli scambi sono manovrati dal macchinista stesso, le leve essendo fissate alle pareti del tunnel all'altezza voluta. Il servizio è diretto da un capo-movimento il cui ufficio è in comunicazione con gl'incroci mediante segnali e telefono.

Vi sono in Chicago 22 stazioni, appartenenti a circa la metà delle Compagnie ferroviarie dell'Unione, il cui movimento totale ascende alle 100,000 tonn. al giorno: le più importanti di queste stazioni sono collegate al tunnel del métropolitain. Il movimento più importante è quello del carbone, che rappresenta circa la metà del traffico totale e raggiunge gli 8 milioni di tonn.: l'amministrazione postale ha anche affidato al métropolitain il servizio delle corrispondenze e dei pacchi.

Le sommarie notizie date mostrano che il métropolitain per il servizio merci di Chicago è riuscitissimo, grazie a favorevoli circostanze: è probabile che esso si estenderà in maniera rapida e che quindi fra qualche anno, la maggior parte di Chicago si liberi dal servizio dei camions.

Fig. 1

Camino in cemento armato. — Una costruzione di camino per la quale riuscì vantaggiosa la scelta del cemento armato, è quella rappresentata nella figura.

La struttura del camino, dell'altezza complessiva di 23 metri e del diametro esterno di mt. 3,355 doveva essere studiata in modo che non potessero venire emesse all'esterno nè fuliggine, nè scintille.

I prodotti della combustione vengono a questo scopo introdotti tangenzialmente alle pareti di una camera ottagonale per modo si venga a stabilire un continuo movimento di rotazione e conseguente deposito nella tramoggia di fondo della camera della cenere e della fuliggine.

La camera è una struttura in cemento armato; poggia su una platea di fondazione in mattoni e porta l'intera struttura cilindrica del camino; la soletta superiore della camera è costituita da 16 travi in cemento armato collegate tra loro con anelli in ferro.

Un alternatore da 6500 KW. — Negli Atti dell'*American Institute of Electrical Engineers* troviamo la descrizione di una nuova centrale idroelettrica sul Niagara nella quale vennero installate turbine da 11 000 cav.

Alcune di queste turbine sono accoppiate a due generatrici a corrente continua, mentre una aziona direttamente un'alternatore unico che assorbe l'intera potenza sviluppata dalla turbina.

L'alternatore venne costruito dalla General Electric C. per una potenza normale di 6500 KW ad una tensione di 12 000 Volt, 25 periodi 1", 300 giri al minuto e con un riscaldamento a potenza normale di 30.° C.

Esso può sviluppare in modo continuo con un riscaldamento fino a 40° C, 7320 Kw e deve poter resistere ad un aumento di velocità fino a 506 giri, velocità limite alla quale può arrrivare la turbina nei casi di guasti al regolatore.

Il peso complessivo del generatore trifase è di 124,5 tonnellate di cui 41,1 tonn. per l'induttore e 53 tonnellate per l'indotto.

L'induttore a 10 poli, accoppiato rigidamente coll'asse della turbina, è costituito da un disco in acciaio al nickel al quale sono fissate con ro-

Fig. 1.

buste bullonature e chiavelle le estremità a flangia dell'albero; i sopporti ai due lati dell'indotto hanno un diametro di 406 mm. ed una lunghezza di 1270 mm.

Fig. 2.

Al disco sono fissate con aggiustaggi fresati e con bullonature, due anelli o corone pure in acciaio al nickel, mentre lungo la superficie periferica del disco e degli anelli sono ricavate dalle scanalature a coda rondine per l'attacco dei poli. Il disco dell'induttore ha uno spessore minimo di 95 mm. in mezzaria (vedi figura 2) che aumenta a 275 mm. nei punti d'attacco delle flange dei due tronchi d'albero e delle due corone di sostegno dei poli.

Fig. 3. - Perdite nel ferro a 300 giri.

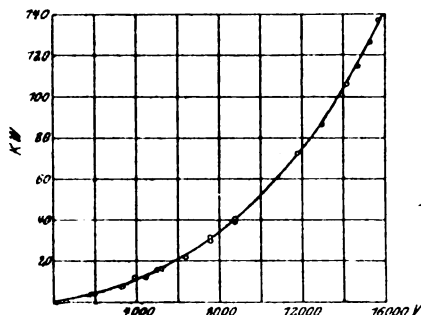



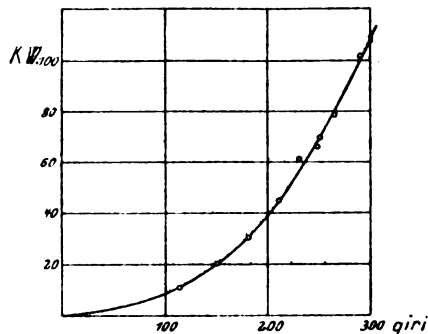
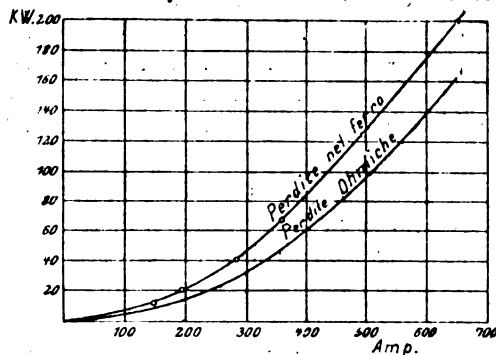
Fig. 4. - Perdite d'attrito.

L'acciaio impiegato per la fusione del disco ha una percentuale di 3,5 % di nickel e presenta una resistenza alla trazione di 5500 Kg. per cmq. un coefficiente alla dilatazione del 20 % su una lunghezza di 5 cm ed un raccorciamento in senso trasversale di 40 %.

Fig. 5 - Perdite nel ferro e nel rame in corto circuito.

I poli sono costituiti con pacchetti di lamiere compresse tra due robuste piastre mediante chiodature; la loro lunghezza, escluso l'attacco a coda rondine è di 50 cm. con una sezione dell'estremità polare di 2 400 cmq.

Gli avvolgimenti d'eccitazione sono alimentati da corrente a 220 volt di tensione.

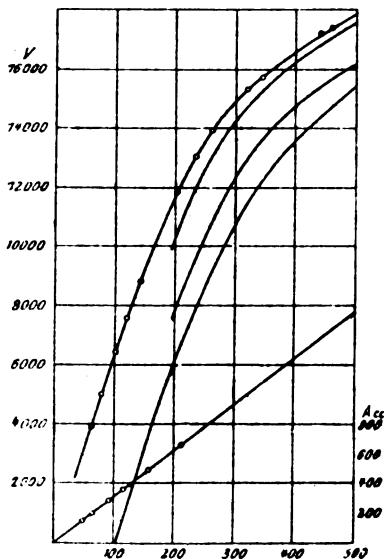
Gli anelli di presa sono fissati direttamente all'asse.

L'induttore ha un diametro esterno di 3219,5 mm.; quello interno dell'indotto è di 3302 mm. per modo che l'anello d'aria risulta di 41 ¼ mm.;

I pacchetti in lamiera dell'indotto, detratte le fessure di ventilazione

presentano una lunghezza utile di 70 cm., su 48 centimetri d'altezza con 120 fori e cioè 4 fori per polo e per fase.

I fori hanno una sezione di 80,5 × 40 mm.

***Fig. 6.* Caratteristiche di magnetizzazione e corto circuito.**

Nelle prove eseguite sull'alternatore con carico non induttivo si ottennero i seguenti rendimenti:

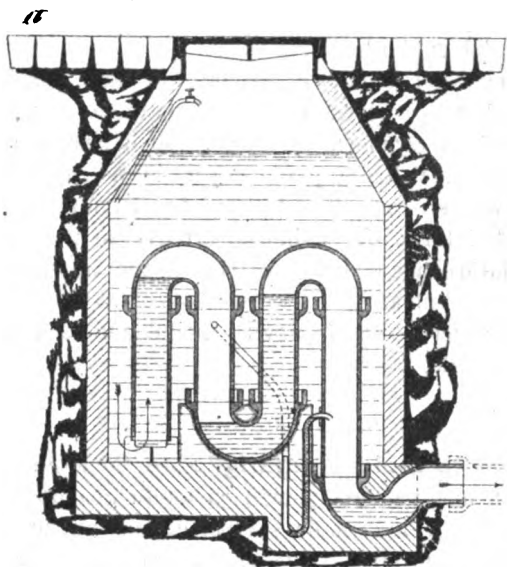
ad 1/4 di carico	. . . .	$\eta = 90,28$
1/2 »	. . . .	» $= 94,63$
3/4 »	. . . .	» $= 96,06$
1 »	. . . .	» $= 96,70$
1 1/2 »	. . . .	» $= 97,24$.

Dai diagrammi intercalati al testo si rilevano le perdite nel ferro, quelle d'attrito, le perdite in corto circuito nel ferro e nel rame e finalmente le caratteristiche di magnetizzazione e di corto circuito.

Sifone doppio per canali di fognatura. — Per la pulitura dei canali di fognatura si è ideato l'apparecchio a doppio sifone in tubi di gries rappresentato schematicamente nella figura, col quale si determina una chiusura d'acqua tale da permettere l'innalzarsi del pelo d'acqua nel canale senza che per questo il sifone venga adescato in quanto l'aria racchiusa nel sifone stesso chiude il pas saggio all'acqua.

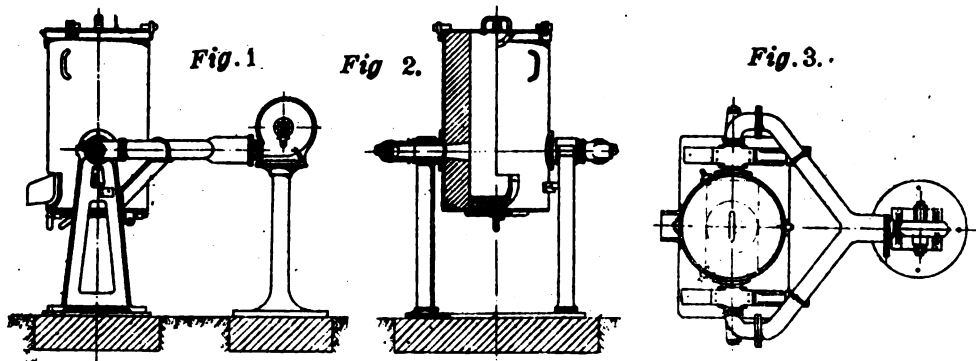
La camera d'aria del primo sifone è messa in comunicazione mediante un piccolo tubo col braccio scaricatore del 2.° sifone, permodochè quando l'acqua della camera ha raggiunto un dato livello, la pressione dell'aria

spinge fuori l'acqua dal tubo permettendo lo scaricarsi dell'aria compressa ed il susseguente adescamento del sifone.

Fig. 1.

Il funzionamento dell'apparecchio si rinnova ogni qualvolta si venga a ripristinare un dato livello d'acqua nella camera; mentre la frequenza di funzionamento del sifone si può evidentemente variare regolando l'ammissione dell'acqua nella camera.

L' « Eisenbeton » dal quale togliamo questi dati garantisce la perfetta automaticità e regolarità di funzionamento dell'apparecchio.

Cubilotto per fusione di ghisa in piccole quantità. — Per piccoli lavori di fusione come pezzi di ricambio di macchine od altro e per i quali si richiede una pronta consegna si presta bene il tipo di cubilotto rappresentato schematicamente nelle figure, e che è costruito dalla George Green e C. di Keighley (Inghilterra).

Fig. 1 *Fig* 2. *Fig.* 3.

La potenzialità di fusione può variare da un minimo di 50 Kg. fino ad un massimo di 500 Kg. di ghisa; l'apparecchio può anche venir utilizzato per fornire quella quantità di ghisa che eventualmente venisse a mancare nella produzione del cubilotto principale.

Il corpo cilindrico del cubilotto, portato da due perni cavi poggianti su apposito cavalletto, è costituito da un mantello rivestito con mattoni refrattari con fondo a cerniera apribile verso il basso e due fori di colata uno al fondo inferiore l'altro a quello superiore dell'apparecchio; quest'ultimo quale riserva nel caso di otturamento del foro di colata inferiore. L'aria arriva nell'interno del cubilotto attraverso i perni cavi ed è fornita da un ventilatore a comando elettrico o con trasmissione disposto nel modo indicato sulla figura.

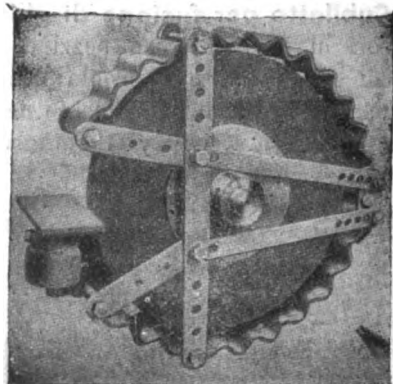
L'apparecchio descritto può servire anche per la fusione dei provini del cubilotto principale.

Protezione per le mole a smeriglio. — Come è noto le mole a smeriglio ruotano con una velocità periferica molto grande e se con questa aumenta la potenzialità della mola stessa, cresce anche però il pericolo che il disco venga a sfasciarsi, tanto che il limite massimo di sicurezza per la velocità periferica non deve essere superiore ai 25 m. al minuto secondo. E per legge è pure prescritto che la mola venga protetta con una cassa metallica che venga in certo modo a formare riparo nei casi di rottura.

Un nuovo tipo di protezione per mole a smeriglio venne ideato dalla Schmirgel und Maschinenfabrik di Hannover-Hainolz e pare abbia dato alle prove dei risultati ottimi sotto ogni punto di vista. I principali vantaggi si possono riassumere in una sicurezza di protezione quasi assoluta accoppiata ad una grande resistenza ed elasticità dell'apparecchio. È pure degno di nota come si possa spostare il nastro di protezione in relazione al consumo del disco, e la conseguente adattabilità a macchine di diverso modello e da tempo funzionanti.

Fig. 1

La calotta di protezione è costituita come rilevasi nella figura 1 di diverse lamiere ondulate sovrapposte in numero diverso a seconda dell'importanza della mola in modo da presentare un forte grado di dilatabilità, riducendo al minimo possibile lo spazio di mola libera.

A dimostrazione della quasi assoluta sicurezza garantita dall'apparecchio si è proceduto dalla casa costruttrice ad una numerosa serie di esperienze adattando attorno alla mola il nuovo nastro di protezione e racchiudendo

questo alla sua volta in una camera in lamiera onde poter procedere colla massima sicurezza nelle prove; raggiunta la velocità periferica normale di 25 mt. al 1" si provocò la rottura della mola a smeriglio urtandola con un colpo secco mediante un'asta di ferro appuntita.

I dati delle esperienze si possono riassumere brevemente come segue:

diametro della mola	400	mm.	—	velocità di spaccatura		1190	giri	1'
» » »	600	»	—	»	»	700	»	»
» » »	500	»	—	»	»	1650	»	»
» » »	700	»	—	»	»	680	»	»

La protezione riuscì molto efficace anche quando la spaccatura violenta di una delle mole si verificò ad una velocità periferica di 43 mt. al 1".

ONORANZE A CAMILLO BOITO

Nella sua seduta del 25 corrente il Comitato per le onoranze a Camillo Boito si è completato, aggregandosi il più vecchio degli allievi dell'illustre Maestro, Prof. Ambrogio Seveso e due giovani allievi della scuola dell'Architettura signori Baroncini e Quadrelli.

Gli altri componenti il Comitato sono i Signori architetti: Annoni, Balossi, Brioschi, Broggi, Brusconi, Giachi, Moretti, Savoldi, Sommaruga, l'arch. Pesce di Genova, il Senatore Colombo ed il Prof. Colombo Segretario dell'Accademia di Belle Arti.

Il ricordo da offrirsi dagli ex-allievi, colleghi ed amici a Camillo Boito fu concretato una medaglia d'oro e a tale forma si addivenne per la possibilità che a ciascuno degli adesionisti possa restare una memoria dell'affettuosa manifestazione.

Il modello della medaglia fu generosamente offerto dall'illustre scultore Luigi Secchi il quale intende offrire l'opera sua come personale omaggio al Boito.

Per le adesioni fu stabilita la quota fissa di L. 20 nella quale è compreso il diritto ad un esemplare della medaglia.

Le apposite schede che a giorni saranno distribuite, si potranno inviare alla Direzione dell' Istituto Tecnico Superiore (Piazza Cavour, 4) alla Segreteria della R. Accademia di Belle Arti (Palazzo Brera) al Collegio degli ingegneri ed Architetti (S. Paolo, 10) e all'associazione degli Architetti Lombardi (Via Unione, 5).

Le adesioni dovranno essere inviate per fine dicembre p. v.: apposito avviso indicherà la data e il luogo del ritrovo.

BIBLIOGRAFIA

Handbuch der Ingenieurwissenschaft in cinque parti. Parte terza *Der Wasserbau* volume XIII: *Ausbau von Wasserkräften* tomo 2.° per cura del Consigliere municipale Th. Koehn. Grosso vol. in 8° gr. di pag. XXIII-673 con 343 figure nel testo e 40 tavole, prezzo 30 marchi. — Leipzig, Wilhelm Engelmann 1908.

Non sono trascorsi che pochi mesi dal nostro anuuncio in questo stesso periodico (1) del primo tomo dell'opera *Utilizzazione delle forze idrauliche* dell' Ing. Koehn e già il solerte editore ha pubblicato il secondo tomo, col quale l'opera viene completata. Sulla disposizione generale della medesima, non abbiamo nulla da aggiungere a quanto già abbiamo esposto nella precedente bibliografia, siamo lieti di vedere confermate le previsioni in essa fatte, e di potere ripetere le lodi che le tributammo.

Ai lettori non è certo sfuggita l'importanza di questo libro, unico nel suo genere, dove si trovano raccolti una quantità di dati e notizie preziose, sparsi in un numero infinito di periodici, e che bene spesso si ha bisogno di conoscere, ma che riesce difficile di trovare e consultare; bisogno anche maggiormente sentito dal fatto, che l'utilizzazione delle forze idrauliche nella forma odierna, è disciplina recente sulla quale si hanno numerosissime pubblicazioni, ma non un trattato armonico e coordinato.

Egli è solo nel 1892 che si ebbe la prova sicura della possibilità del trasporto della forza idraulica sotto forma di energia elettrica a distanza e conseguente sua utilizzazione, coll'esperimento intrapreso nell'Esposizione di Francoforte s. M. trasportando la forza idraulica da Lauffen s. Neckar a Francoforte s. M. per una distanza di 175 chilometri. Da quell'epoca gli impianti del genere si moltiplicarono con una rapidità che in breve divenne vertiginosa; così fu possibile una larga esperienza, poco a poco gli impianti divennero sempre più arditi, e i progressi furono notevoli. Questa circostanza di essersi liberati dal vincolo che obbligava ad utilizzare le forze idrauliche vicino al luogo d'origine, è stata di grandissima importanza, e ad essa solo devesi lo sviluppo ulteriore, sviluppo nel

(1) Fascicolo di febbraio, pag. 126-128.

quale è necessario il concorso di tre rami speciali dell'ingegneria, poichè per ogni progetto di utilizzazione del genere, si richiede l'ingegnere idraulico, il meccanico e l'ingegnere elettrico. Queste tre specialità hanno ciascuna compiti negli ultimi lustri progressi di grande portata, che si devono necessariamente conoscere da chi è incaricato di progettare o di dirigere un impianto idroelettrico. Ecco quindi la necessità di un trattato che permetta di avere tutto presente ciò che occorre di conoscere in questi tre rami speciali dell'ingegneria; che riunisca di ciascuna di esse ciò che si riferisce al caso dell'utilizzazione delle acque e relativo trasporto a distanza; affinchè l'ingegnere con un libro unico possa istruirsi senza bisogno di consultarne altri, nei quali la materia è trattata molto più largamente, ma non nei suoi stretti rapporti collo scopo cui deve servire pel caso in esame.

Ora il libro dell'Ing. Koehn ha precisamente questo intento ed è sotto ogni punto di vista, riuscito conforme ai criteri sopra stabiliti. All'uopo l'A. ha ricorso ad ingegneri specialisti, e in ciò merita lode; le turbine furono trattate dal sig. N. Baashuus e la parte elettrica delle centrali dal sig. J. Laufer. Il nostro amico prof. Philipp Forchheimer ha svolto con quella competenza che gli è universalmente riconosciuta le forze nei gomiti delle condutture forzate, e l'editore Wilhelm Engelmann, ha dedicato tutte le sue cure alla riuscita tipografica del testo e delle tavole, cosicchè il libro è degno degli altri volumi della sua *Enciclopedia delle scienze dell' Ingegnere.*

L'A. si rivolge innanzi tutto all'ingegnere costruttore, al quale d'ordinario incombe la parte principale del progetto e del lavoro, l'obbligo di coordinare la materia in un tutto organico e armonico, e la responsabilità della buona riuscita. Nella descrizione dei vari impianti, l'A. ha seguito il sistema di esporre dapprima la descrizione completa, poi in capitoli speciali di entrare nei particolari, rilevandone il vantaggio e i difetti; in questo modo permette al lettore un giudizio proprio; indi lo guida nell'apprezzamento delle varie parti mettendo in rilievo, come si disse, ciò che è degno di adottare e ciò che conviene evitare.

Il primo tomo si arrestava alla descrizione del ventisettesimo impianto, che era quello della *Ontario Power Company of Niagara Falls*, il secondo si apre colla descrizione di altri otto impianti, tre americani e cinque tedeschi e con essi si chiude il secondo capitolo.

Il terzo ed ultimo capitolo è dedicato ai particolari degli impianti in genere; vi si impartiscono delle norme direttive, con riferimento alle descrizioni precedenti a titolo illustrativo e giustificativo e precisamente da pag. 612 a pag. 758 l'A. tratta degli stramazzi e dighe di derivazione, delle traverse di sbarramento, dei laghi artificiali e bacini di carico; — da pag. 759 a pag. 875 dei canali industriali, delle varie chiusure, paratoie e simili; — da pag. 876 a pag. 946 delle condotture forzate e tubi di carico; — da pag. 947 a pag. 982 delle turbine; — da pag. 983 a pag. 1081 delle centrali, loro costruzione e impianti elettrici; — da pag. 1082 a pag. 1180

delle condotture pel trasporto dell'energia; — da pag. 1181 a pag. 1206 delle tariffe degli impianti idroelettrici e finalmente da pag. 1207 a 1217 dell'esercizio degli impianti suddetti.

È impossibile estenderci in maggiori particolari, la materia è così vasta che non sapremmo dove mettere mano, senza abusare dello spazio concessoci; ma da quanto siamo venuti dicendo i lettori possono farsi un'idea del contenuto dell'opera e dell'utilità che da essa possono trarne.

Teramo, 20 *luglio* 1908.

GAETANO CRUGNOLA.

ING. E. BONAVENTURA. — *Grafico pel calcolo delle travature in cemento armato.* — (9 figure nel testo e 2 tavole). — Elegantissimo manualetto rilegato in tela grigia uso Hoepli L. 5,00.

ING. E. BONAVENTURA. — *Grafico pel calcolo delle travi in ferro.* — (1 figura nel testo e 2 tavole) — Elegantissimo manualetto rilegato in tela rossa, uso Hoepli — L. 4,00.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

IN MEMORIA

di GIUSEPPE PONZIO [1]

In questa stessa sala, dieci anni or sono, io ricordavo la tragica morte di un altro amico carissimo, di un altro cultore egregio della tecnica; ricordavo Franco Tosi, cuore eletto, mente moderna tutta intesa all'elevazione del lavoro, alla solidarietà umana, all'amore del nostro paese.

Ed oggi lo stesso lagrimevole ufficio sono chiamato a compiere per un altro valoroso amico, più che amico fratello, strappato da male inesorabile all'ammirazione di tutti noi che ne conoscevamo l'opera intellettualmente feconda, l'animo squisitamente gentile e buono.

Povero **PONZIO**! Mente aperta alle concezioni più geniali, spirito coltissimo e versatile, egli sapeva trovare, in ogni ordine di indagini, fossero di carattere speculativo o di pratica applicazione, quel buon indirizzo che doveva condurlo ad un ponderato giudizio, ed egli muoveva verso di questo con intuito felice, con coscienza sicura, direi quasi, con simpatica iattanza.

E di fatto non era modesto il nostro amato **Ponzio**, e modesti non sono mai gli uomini che sanno il loro valore, ma non era superbo nel senso che comunemente si suol dare a tale parola.

Egli sapeva di avere vissuto tutta una vita di studio e di lavoro intensissimo; sapeva di aver vinto battaglie nella vita pubblica ed in quella professionale; e pur non traendone motivo di vano orgoglio, sentiva il suo pensiero sicuro, sentiva di poter essere qualche volta reciso, assoluto nei suoi giudizi.

(1) Commemorazioue fatta dall'Ing. Cesare Saldini, al Collegio degli Ingegneri il giorno 29 Novembre 1908.

Il **Ponzio**, venuto da umile ed onorata origine. seppe presto distinguersi nel corso degli studi classici da lui, a giusta ragione, preferiti, e dei quali egli conservava sempre carissimo ricordo. Era stato apprezzato dai Professori, stimato ed amato grandemente dai compagni.

La potenza e la genialità della mente gli consentivano di dedicarsi agli studi letterarì senza trascurare le discipline matematiche, e fisico meccaniche, per le quali ultime aveva fin dai primi anni una speciale predilezione. Egli potè, con difficoltà non lievi, compiere i suoi studi all' Università di Pavia e nel nostro Politecnico, e più d'una volta, preoccupato per le scarse risorse finanziarie della famiglia, dovette supplire impartendo ripetizioni di matematica e fisica quà e là come meglio gli accadeva di poter fare.

Laureato nel 1875, a ventidue anni, egli fu subito chiamato quale assistente al corso di costruzione delle macchine, cui soprintendeva, con chiara visione delle necessità del nostro Paese, il Prof. Colombo, ed in breve tempo rivelò quelle spiccate doti d' insegnante che dovevano valergli di salire al più alto grado della carriera, circondato sempre dalla stima e dall' affetto dei colleghi e degli allievi.

La nostra amicizia fecondata dalla più simpatica armonia di pensiero, rafforzata dalla convivenza continua nella scuola, dalla frequenza dei rapporti professionali, non ombreggiata mai dal più lieve dissidio, data appunto da tale epoca, e diventò presto più che intima, fraterna.

Una mirabile aureola di bontà, di delicatezza, di sentimento, involgeva ogni suo pensiero, ogni suo atto, ogni sua parola. Anche quando egli pronunciava qualche giudizio un po' assoluto, anche quando, ed avveniva assai raramente, accennava a qualche spunto ironico, si leggeva sulla sua fronte, nei suoi occhi sincerissimi, che egli era il primo a rammaricarsene, e nella sollecitudine colla quale temperava una sentenza troppo rigorosa od attenuava qualche leggiera puntura, si scorgeva la rettitudine assoluta delle sue intenzioni, la dolcezza infinita dell' animo suo.

Fra le sue doti, pur distintissime, quella che eccelleva era la delicatezza del sentimento, era l'affetto ch'egli dedicava incondizionatamente ai suoi cari, agli amici suoi. Ricordo l'estremo accasciamento di lui per la morte di un giovane compagno di studi, ricordo le ansie che lo affligevano quando sapeva sofferente qualcuno ch'egli amava. E tale suo dolore si rivelava con una commozione intensa, vibrante, che lo faceva soffrire, che lo prostrava e che faceva temere

anche per lui. Era uno degli uomini rari come affettuosità, come squisitezza di cuore, come sensibilità estrema di sentimento. Amava sopratutto i buoni e questi amava ancor più se natura aveva loro dato larghezza d' ingegno.

Non gli riusciva di sopportare i neghittosi, gli ignoranti vanagloriosi, gli uomini che si valgono soltanto della parola, e ne abusano per riuscire.

Per questi ultimi aveva scatti sdegnosi, frasi incisive; giudizi severi. Uomo di studio, di lavoro, d'azione, non comprendeva altre forme di attività, altre ragioni di successo che non provenissero da quelle fonti purissime alle quali egli attingeva ed avrebbe voluto che tutti onestamente attingessero.

Egli ha dato grandissima parte della sua vita all'insegnamento ed alle faccende pubbliche, ma non ha mai chiesto nulla, assolutamente nulla, per sè.

Rifuggiva anzi da qualunque forma ufficiale di encomio, da qualunque cerimonia festaiola e si chiudeva nel suo studio come in un asilo sicuro di lavoro e di pace.

Ed erano curiose le sue preoccupazioni per il pericolo d' un invito, di una presentazione, per il rischio di riscuotere un applauso; metteva allora il suo ingegno a dure prove, diventava persino diplomatico pur di riuscire a schermirsi.

Come insegnante e come professionista aveva caratteristiche assai spiccate.

Egli si era appassionato fin dai primi anni della sua carriera alla costruzione delle macchine. Ideare nuovi congegni, studiarne l'insieme ed addentrarsi nei più minuti particolari, era per lui motivo di estremo compiacimento.

Non gli riusciva di staccare gli occhi da una macchina senza averne scrutata l'intima ragione di essere, il pensiero tecnologico che l'aveva fatta nascere, i mezzi cinematici che ne disciplinavano i diversi movimenti, ed ancora voleva conoscere le ingegnosità e gli espedienti costruttivi che per realizzarla erano stati adoperati.

Era una passione vera. Egli la portava, tale passione, intensificata più che mai, nelle cose originali immaginate da lui, e non furono poche nella sua densissima carriera d'ingegnere; la portava anche nella scuola dove ogni allievo doveva studiare nn tipo speciale di macchina e darne i più minuti particolari.

La macchina era per lui come un organismo pulsante, vivente, e secondo lui per concepirla occorreva che gli si desse tutta l'anima e tutto il cervello.

Ed è per questo che il suo insegnamento della costruzione delle macchine non si limitava allo studio delle forme ed alla ricerca di ingegnose combinazioni meccaniche. Egli sapeva e soleva assurgere spesso alla indagine teorica, alla ragione d'essere di certe disposizioni, di certi effetti, ed egli che aveva nella sua mente robusta sintetizzate e semplificate le deduzioni più complesse della teoria, presentava agli allievi l'opportunità di orientare sicuramente la loro coltura matematica, di dirigerla efficacemente verso l'applicazione.

Notevoli erano le sue lezioni sui regolatori a contrappeso e sui regolatori centrifughi, nuove le sue indagini analitiche sulla resistenza che i cassetti di distribuzione delle macchine a vapore presentano al movimento, originali erano i concetti da lui insegnati riguardo alla teoria delle molle.

Genialissime sempre le soluzioni che egli aveva saputo dare a molti problemi della pratica intorno ai quali altri ingegni s'erano spesso inutilmenle affaticati.

Egli amava di passare lunghe ore nello studio suo pensando e disegnando personalmente i meccanismi germogliati nel suo cervello, seriamente e praticamente inventivo, e similmente amava intrattenersi nelle aule di disegno dove incoraggiava e stimolava i giovani laureandi alla ricerca di combinazioni originali, sorreggendoli con mano sicura nelle inevitabili incertezze della pratica, aiutandoli con schizzi magistrali, compiacendosi affettuosamente coi migliori per le soluzioni raggiunte e irradiando così fra gli allievi quell'intenso sentimento di emulazione, quel desiderio di fare, quel fermento del pensiero, che lasciava nella loro mente orme durature e profonde.

Ed in fine d'anno, agli esami, rivedendo tutto il lavoro compiuto dai suoi scolari, egli provava la più legittima soddisfazione, si inorgogliva e si commoveva ricordando le lunghe ore passate con loro, i problemi affrontati, le difficoltà superate, e per i più forti di essi aveva un sorriso di benevolenza e di simpatia insieme.

Amava profondamente i giovani e la scuola, e desideroso sempre di migliorarla seguiva da vicino il progredire degli Istituti esteri, li visitava con frequenza e ne traeva consigli ed esempi per il nostro Politecnico.

Ricordo sempre l'impressione da lui riportata visitando con me, nel 1893, una delle più importanti istituzioni scolastiche degli Stati

Uniti, la Cornhil University di Itacha. Non si ristava dall'ammirare il senso pratico degli Americani del Nord, esplicantesi in mille forme, che egli nella sua competenza sapeva giustamente apprezzare, ed attribuiva a tale senso pratico l'idea di fare largo posto nelle scuole per gli Ingegneri all'insegnamento sperimentale quasi professionale.

La sua attenzione allora fu chiamata specialmente da uno dei moltissimi laboratori, da quello di meccanica, nel quale squadre numerose di giovani stavano lavorando intorno a macchine funzionanti, assoggettandole a ricerche, ad esperienze, a misure metodiche, impadronendosi intimamente di tutta quella competenza che, nel maneggio e nel razionale impiego degli istrumenti di prova, è tanto preziosa e che nessun magistero d'insegnamento orale può dare.

Ritornato a Milano ei si diede coll'energia e colla tenacia che lo distinguevano, a realizzare un siffatto laboratorio anche nel nostro Politecnico e siccome ei ben sapeva che poco o nulla avrebbe potuto attendere dal Governo, visitò gli industriali amici della Scuola, i costruttori, gli ex allievi che già avevano raggiunto brillanti posizioni e chiese loro macchine, apparecchi e sussidi, e largamente ottenne quanto gli occorreva.

E dopo pochi mesi egli aveva la soddisfazione di inaugurare il suo laboratorio di meccanica per il quale ebbe plauso di amici ed ammiratori, ed ebbe l'orgoglio di un ringraziamento altissimo datogli dal fondatore della scuola, il Prof. Brioschi di cui noi tutti portiamo nell'animo l'indimenticabile ricordo.

L'idea fece strada e nel quindicennio scorso l'uomo, che presiede oggi con tanto affetto alla nostra scuola, ebbe il conforto di vedere successivamente sorgere altri laboratori, come quello di Elettrotecnica, di Elettrochimica, di Lavorazione delle materie grasse, della carta e delle fibre tessili, della resistenza dei materiali.

Tutto un complesso di Istituzioni sorte per iniziativa di industriali amici della scuola, per l'illuminato aiuto della Cassa di Risparmio e dell'Umanitaria; complesso di istituzioni che integrano gli insegnamenti teorici e meglio agguerriscono i giovani laureandi per le lotte che essi devono affrontare nella vita pratica.

Il suo insegnamento di costruzione delle macchine era salito così ad alto grado di riputazione, ed a buon diritto si poteva considerare, non solo in Italia ma anche fuori, come uno dei più organici, dei più seri e dei più efficaci.

Egli non disdegnava peraltro il lavoro professionale, più modesto e per verità meno difficile e più lucroso, ma forse lo accettava, lo compiva solo per poter circondare di qualche agiatezza la famiglia che egli intensamente amava, e per poter poi con maggior tranquillità di coscienza, o come diceva lui con minore rimorso, dare gran parte del suo tempo allo studio di qualche nuovo problema meccanico, il che costituiva la più fervente e la più grande delle sue idealità.

Anche nell' esercizio professionale egli però portava una nota di genialità tutta sua. Molti opifici egli svecchiò, trasformò, ridusse a condizioni tecnicamente ed economicamente migliori. Molti ne progettò e ne costruì ex novo, ma in tutti si riscontra la nota di quella razionalità e di quella modernità che egli sapeva portare nelle sue creazioni.

Ricordo il primo suo lavoro a cui egli stesso diceva di aver dato tutto il suo fosforo, tutta l'energia giovanile.

Trattavasi dell' industria dei bottoni fatti con materie cornee per la quale era lamentato il costoso spreco dei ritagli di tranciatura e lo sciupio della materia prima. Pensò di utilizzare questa materia altrimenti perduta e ideò tutto un nuovo processo di lavorazione, tutto un complesso di apparecchi e di macchine, come raschiatori meccanici, torchi idraulici a caldo, impastatori della polvere, tagliatrici e stampatrici.

Aveva allora 25 anni a dir molto. Immaginò, disegnò personalmente, e fece costruire tutto il nuovo macchinario e si assunse poi di farlo praticamente funzionare. Indicibili le sue ansie davanti ai primi inevitabili insuccessi, le lunghe ore spese con mirabile costanza nel provare, nel perfezionare i suoi apparecchi, Era sorretto da una grande fede, da una grande resistenza al lavoro, dalla convinzione che si doveva riuscire e riuscì.

Una forte impronta di genialità egli ha portato più tardi in molti altri lavori tecnologici. Ormai egli era provetto e sicuro. Sono numerosi gli impianti industriali da lui fatti e svariatissimi: filature di lana, tessiture di cotone, tintorie, concerie, fabbriche da cappelli, tessuti elastici, ricami, officine meccaniche e segherie di legname.

Nei suoi lavori egli portava acuto spirito d'indagine; si rendeva conto di ogni particolarità, studiava le economie possibili, la razionalità del funzionamento e col suo pieghevole ingegno poteva affrontare anche questioni che non fossero, dapprincipio, di sua diretta competenza.

Quando si dedicava a tecnologie nuove, vi si addentrava con passione siffatta da diventare presto specialista.

Notevoli gli impianti frigoriferi da lui studiati e costruiti; notevoli le riforme da lui portate nell'industria del latte e dei sottoprodotti.

Per queste sue mirabili attitudini egli non era solo ingegnere progettista di nuovi ed importanti impianti, ma era il fecondo ideatore di nuovi dispositivi, di nuovi apparecchi, di nuove macchine.

Chiamato spesso per importantissime consulenze da Comuni e da privati, incaricato frequentemente di lavori peritali ed arbitrali, egli era diventato per il suo valore, per la sua probità indiscussa, per il suo spirito conciliante, per la giustezza delle sue vedute, uno dei professionisti più altamente stimati della nostra regione, del nostro paese.

Il Ponzio lascia pochissime pubblicazioni che lo possano ricordare nelle biblioteche. Non amava i lavori di compilazione, non credeva fosse serio l'abborracciare purchessia dei libriccini di materia imparaticcia. Solo si induceva talvolta a fissare qualche nota precisa su problemi pratici da lui risolti ed esperimentalmente controllati, per farne poi amichevole dono ai colleghi.

Affrontò quindi il concorso a Professore ordinario di costruzione delle macchine nel nostro Politecnico con un bagaglio di pubblicazioni assai modesto arrischiando forse di compromettere la sua nomina se non avesse avuto per giudici degli uomini che conoscevano da lunga pezza ed apprezzavano il suo valore indiscutibile di tecnico e di isegnante.

Una notevole traccia egli ha lasciato anche nella tecnica dei servizi comunali e dico, solo nella tecnica, poichè egli era alieno da ogni competizione di parte, da ogni contrasto di carattere politico; egli era attratto solo dalla speranza di fare opera moderna ed utile a vantaggio della sua Città.

Occupò il posto di Assessore nella seconda Amministrazione Vigoni e nell'attuale, e la sua azione più spiccata si estrinsecò intorno a tre dei più importanti servizi pubblici: il servizio tramviario, il problema della fognatura e dell'acqua potabile, la distribuzione dell'energia elettrica municipale ed in relazione con questa la realizzazione di un impianto idroelettrico che la rendesse economica e sicura nell'avvenire.

All'inizio della sua vita pubblica nel 1896 trovò una applicazione ben riuscita di trazione elettrica sulle tramvie, ch'era stata messa dall'Amministrazione precedente come un'opera avanzata contro la vecchia Società degli omnibus, ed egli se ne valse abilmente per

giungere ad un nuovo contratto d'esercizio, l'attuale, che consentì il rapido diffondersi del servizio tramviario, rese possibile e decoroso l'importante servizio funebre, facilitò l'espansione della Città ed arrecò alle finanze del Comune notevoli vantaggi pure permettendo riduzione di tariffe e prolungamenti ragguardevoli delle linee.

Ricordo come in quel periodo egli avesse concentrata tutta la sua grande attività allo studio di tale contratto, alla ricerca di notizie, di dati d'esercizio riguardanti sopratutto le Città estere.

Egli approfondiva con grande coscienza tutti i problemi sottoposti alla sua indagine, egli voleva impadronirsene nel modo più completo e non sostava se non quando sentiva d'essere pienamente sicuro. Ed è per questo che egli fece opera coronata da pieno successo.

Un altro servizio di grande importanza chiamò la sua attenzione e lo industsse a proporre radicali provvidenze.

Alludo alla fognatura che non ha mai avuto le simpatie della cittadinanza, perchè mette a soqquadro le vie e modestamente si nasconde nel sottosuolo; e che pure ha costituito, e costituisce ancora, uno dei problemi più ponderosi per i tecnici del Comune.

Il sorgere continuo di nuove fabbriche, la mancanza di forti dislivelli e di facili scarichi, l'aprirsi di nuove strade e di piazze lastricate od asfaltate, hanno aumentato ed aumentano ogni giorno più le difficoltà dell'opera.

Il nostro Ponzio ristudiò il problema che da anni si trascinava fra mille incertezze, fece tesoro dei pregevoli lavori pubblicati in argomento, ed a mezzo di due laboriose convenzioni concluse coi Consorzi di Vettabbia e di Redefossi, preparò la possibilità di un grande scarico a Lambro e più tardi all'Adda, liberando la rete delle fognature cittadine da quella pletora d'acqua pluviale che ne minacciava il normale funzionamento.

Acqua potabile a buon mercato per tutti ed a tutti i piani, soleva dire, e moltiplicava intanto gli impianti di sollevamento dal sottosuolo, li dotava di energia motrice di diversa natura, onde evitare alla città il pericolo d'essere in qualunque eventualità privata dall'importante servizio.

E sotto l'energico suo impulso acqua potabile e fognatura insieme efficacemente estesero la loro benefica influenza a vantaggio dell'igiene, e risposero sempre meglio alle imperiose esigenze della nostra Città.

Mise infine il coronamento alla sua opera attaccando con tenacità meravigliosa il problema generale della distribuzione dell' energia elettrica municipale. Le difficoltà grandi del problema, l' indifferenza, le contrarietà incontrate anzichè scoraggiarlo acuivano in lui la volontà di riuscire. Egli ha dato un forte sviluppo alla centrale termoelettrica, troppo timidamente voluta dalle precedenti Amministrazioni, e lo ha voluto fare per fronteggiare subito il servizio d' illuminazione pubblica, non solo, ma anche per provocare la depressione dei prezzi di monopolio imposti dall' unica Società esercente.

Era però indispensabile, ed ei lo sentiva fortemente, di provvedere con tutta sollecitudine, e di provvedere con metodi speciali, liberi, sciolti dagli impacci e dai freni dell'andatura burocratica, alla realizzazione completa e rapida di un impianto idroelettrico. E da questa sua giustissima preoccupazione del far presto, da questa sua pensata ribellione alle forme pesanti volute dalla Legge, gli derivarono difficoltà non lievi e non poche che amareggiarono grandemente gli ultimi mesi della sua esistenza.

La centrale a vapore, egli diceva, non poteva essere nei primordi che opera preparatoria, provvisionale, per diventare riserva prudente nell'avvenire.

Occorreva di portare a Milano 30-40 mila kilowatt idroelettrici per garantire un esercizio economico di trazione elettrica, di illuminazione pubblica e privata, di distribuzione di energia a domicilio, giacchè egli pensava che l'energia elettrica data dal Comune ai piccoli consumatori come forza e come luce, a buon patto, avrebbe fatto maggiormente prosperare quella forma d' industria a domicilio che già è diffusa nella nostra Città e che è per sè stessa elemento moralizzatore delle famiglie operaie e di notevole ausilio pel loro modesto bilancio.

Ebbe il conforto di riuscire, di superare infinite difficoltà, di vincere, ed ormai i lavori per l' impianto idroelettrico della Valtellina, spinti alacremente, lui vivente, sorvegliati ora con amore dagli amici suoi, giungeranno presto a buon fine ed il suo lavoro sarà coronato certamente dal più lusinghiero successo.

Quando l' energia delle acque Valtellinesi verrà per la prima volta a dare forza e luce nelle nostre case, nelle vie, nei laboratori, noi ricorderemo riconoscenti il compianto amico, e chiederemo che il ricordo nostro sia fissato nel marmo, là in quella stessa Centrale di Grossotto che gli ha dato così angosciosi pensieri e che egli ha saputo così tenacemente volere.

Tale era nella scuola, nella vita professionale e nella vita pubblica l'uomo che voi oggi colla vostra presenza così altamente onorate.

Nella famiglia, nei rapporti d'amicizia portava squisitezza di sentimento, delicatezza di tratto ed una sincera, commovente affettuosità. Egli sapeva simpaticamente contemperare il forte suo carattere e la rigidezza della sua mente di tecnico, coi ricordi della sua eletta coltura letteraria ed artistica e colle doti più gentili dell'animo suo nobilissimo, sicchè egli creava per la degnissima donna che gli fu impareggiabile compagna della vita, per la dilettissima figlia e per i suoi intimi, un ambiente mirabile di serenità, di letizia e di pace.

Per la sua famiglia egli era tutto e questa era tutto per lui.

Aveva da tempo prevista la sua fine e vi si era preparato stoicamente e con animo forte e risoluto.

Non prestava fede alle pietose menzogne dei famigliari e degli amici.

Poco dopo il suo ritorno dall'Esposizione di S. Louis del 1904 egli mi confidò che temeva fosse minata la sua salute ed il pensiero di cadere sotto un colpo di mazza, com'egli diceva, gli sorrideva piuttosto che di morire soffrendo a lungo e facendo sopratutto soffrire i suoi cari.

Conosceva interamente la gravità del suo male e sorrideva ai medici che gli prescrivevano un regime di riposo, una sosta nel suo febbrile lavoro. Egli ripeteva spesso che gli era più caro vivere qualche anno meno ma vivere intensamente ed utilmente giacchè a lui una vita di cure, di precauzioni, di ozio forzato, sembrava più dolorosa della morte stessa.

Povero **Ponzio**! Come precipitò il tuo male! Negli ultimi giorni cogli occhi dolcemente rivolti ai tuoi cari che ti sorridevano, male celando l'indicibile strazio dell'animo, pareva volessi rivedere e rivivere il tuo passato d'amore, di lavoro, di bontà.

Lavoro ed amore erano state le ragioni del tuo essere. Mente e cuore dovevano insieme arrestarsi nell'istante supremo.

All'amatissimo amico, al valoroso uomo, a **Giuseppe Ponzio** che era uno dei figli più degni di questa nostra genialissima terra, che era onore dell'Ingegneria Lombarda, vada ancora una volta il nostro commosso e riverente saluto.

NUOVO COMPASSO

PER OFFICINE MECCANICHE

DIFFERENZIALE-UNIVERSALE.

(Continuaz. vedi pag. 632, Tav. 43).

Viti e calibro di registrazione. — È necessario, in istrumenti di questo genere, poterli registrare con tutta esattezza. A tale scopo la punta P' (fig. 1) è investita, col suo gambo cilindrico, entro un bossolo a vite, con larga testa R, contro la quale la punta P' viene fortemente serrata dal contro dado *r* con rosetta. Girando, di piccole quantità, il bossolo di registro R, si sposta di qualche centesimo la punta P', a destra o a sinistra; tali spostamenti non debbono superare 0, 3 a 0, 4 mm. Se occorressero spostamenti maggiori, essi si dovrebbero far precedere a tali piccoli movimenti; e si dovrebbero eseguire cogli anelli a vite G G', che comandano i nastrini *n* (fig. 1); ovvero manovrando la linguetta a molla M, nella disposizione della (fig. 2).

Per fare tale delicatissima operazione è necessario possedere un calibro Z (fig. 1), lavorato al $^1/_{100}$ mm. avente almeno quattro solchi, due dei quali rettangolari di 5 mm. di larghezza. Disposto il compasso come nella (fig. 1) si mette esattamente il nonio rettilineo sulla divisione 10 mm. Se in tale posizione l'indice non segna zero, il compasso è rettificato; ma se ciò non avviene, vuol dire che il compasso non è rettificato. In tal caso si conduce l'indice N allo zero allentando il controdado *r* e girando con ogni riguardo la vite di registro R, poi si serra di nuovo *r*. Dopo ciò, si possono fare queste altre verifiche; si dispone il compasso, sia per misurare lo spessore del pane rettangolare, che è di 5 mm. (fig. 18), sia per misurare la larghezza di un pieno e due vani, che è di 15 mm. (fig, 20); e si osserva se esso ci da tali misure colla esattezza voluta.

Per le punte P_1 (fig. 5), converrà usare i due solchi triangolari. Con pochi tentativi si riuscirà a registrare esattamente il compasso.

Arresti di sicurezza. — Quando si fanno misure di incavi *b*) (fig. 20), o misure speciali *c*), (fig. 19), il compasso non può chiudersi fino allo zero; perciò, ad evitare che per inavvertenza, le due punte vengano forzate una contro l'altra, ognuno dei tre spessori Q (fig. 17) porta una appendice *q*, la quale, interponendosi fra la testa B e la slitta V (fig. 1), impedisce a questa di accostarsi a quella, oltre il limite voluto.

Misura del passo, o dello spessore del dente, o della larghezza del vano di una ruota dentata. — Tutte queste misure debbono essere fatte sul circolo primitivo della ruota; per poco che ci scostiamo da esso, si hanno misure non giuste. Le cose si dispongono come nelle (fig. 9, 10). Alla testa B si assicura, con un bottone a vite, una guida a squadra X, la quale presenta il suo spigolo rettilineo x vicinissimo alle sferette misuratrici. Una graduazione al decimo di millimetro, come quella che è segnata sopra S_1 nella (fig. 1), ci permette di disporre lo spigolo x, a distanza dal centro delle sferette di una quantità eguale al modulo m, del rotismo, cioè eguale alla sporgenza del dente sul circolo primitivo. Allora, posando x su due denti, le sferette P_2 P_2', si troveranno sul circolo primitivo della ruota.

In tal modo possiamo fare la misura: *a)* dello spessore del dente: *b)* della larghezza del vano; *c)* del passo. Facendo uso, per i casi *b)* e *c)* degli spessori Q_1 Q_2 Q_3.

Potremo pure, in ognuno di questi casi, verificare se la ruota è tagliata bene. E potremo far ciò con molta speditezza, perchè messa la slitta V sul valore nominale del passo, o dello spessore, o del vano, senza aver bisogno di fare alcuna altra manovra delicata, basta applicare il compasso ai successivi denti, perchè il nonio circolare N ci indichi, sulla sua grande scala, le variazioni corrispondenti ai singoli denti, in più (+), od in meno (—) della misura esatta.

Nello stesso modo si può misurare il passo o lo spessore del dente di una ruota conica.

Se la ruota è elicoidale e se ne voglia misurare il passo normale, r_n, bisogna disporre l'asticella x normalmente alla direzione del dente; serve di guida a far ciò una serie di lineette tracciate trasversalmente sulla asticella x (fig. 10).

Rilevamento della forma di un dente. — Spesso interessa, nella pratica, conoscere esattamente se il profilo di un dente è esatto. Il compasso si presta agevolmente a farne il rilevamento; basta porre la guida X sullo zero della propria scala; in tal caso l'asticella x si trova al-

l' altezza del centro delle sferette e queste misureranno lo spessore del dente proprio sulla punta. Si ripetono poi analoghe misurazioni, spostando la guida X di millimetro in millimetro, ovvero di mezzo in mezzo millimetro, sino a che si sia arrivati alla base del dente. Raccolti tutti questi elementi, potremo disegnare il profilo del dente, in grande scala, per es. 20 ad 1 o più, ed avremo modo di esaminarlo sotto tutti gli aspetti e confrontarlo coi tracciati teorici.

Misura del passo di una vite. — La determinazione esatta del passo di una vite ha una notevole importanza, non solo per la meccanica di precisione, ma altresì per la meccanica industriale; poichè, per es., il valore industriale di un tornio dipende in gran parte della bontà della sua vite madre. Ora tutte le viti fabbricate sul tornio possono essere difettose, anche se nuove, perchè ricopiano gli errori della vite madre, che le ha generate, perciò, nel fare il collaudo di un tornio, è necessario verificare l'esattezza della vite; operazione lunga, difficile e delicata.

In mancanza di strumenti adatti, ci si contenta, per solito, di misurare con una riga millimetrata, o con un usuale compasso a nonio, la lunghezza complessiva di 20 o 30 pani, e dedurne poi il valore del passo, dividendo tale misura pel numero dei pani abbracciati. Ovvero, se si tratta di una vite inglese, si conta, secondo l'uso inglese, quanti pani si trovano sopra un multiplo del pollice, per es. su 254 mm. o su 508 mm. Tali valori sogliono sempre essere espressi in numeri tondi. Ma questo non può darci che un'idea molto grossolana del valore medio del passo, perchè si suppone che tutti i passi siano eguali fra loro, la qual cosa il più delle volte non si verifica.

Si suole anche fare questa prova: si tornisce esattamente una sbarra, lunga quanto il tornio; poi, con una affilata punta dell'utensile, si traccia su di essa una finissima linea elicoidale destra, collo stesso passo della vite madre; poscia si capovolge la sbarra e si traccia una seconda elica collo stesso passo, ma rivolta in senso contrario, cioè sinistra. Per ultimo, facendo scorrere, a mano, il carrello sul banco del tornio da un capo all'altro, si segna colla punta dell'utensile, coricato sul fianco, una o più generatrici sulla sbarra. Se la vite madre è esatta, gli incroci delle due eliche debbono trovarsi perfettamente allineati sulla stessa generatrice; se progressivamente se ne discostano in un senso, o nell'altro, vuol dire che i passi non hanno un valore costante, e la vite madre è errata.

Si avverta però che questa prova non è decisiva, perchè essa ci fa vedere le differenze che, eventualmente, esistono sulla vite madre, fra i

passi di essa che sono disposti simmetricamente rispetto al mezzo. Ma se tali passi presentassero variazioni, anche molto forti, ma disposte simmetricamente rispetto al mezzo della vite, se per es. nel mezzo, la vite avesse un passo di 10 mm. il quale andasse crescendo in modo continuo, o saltuario, ma simmetricamente, fino a divenire, alle due estremità, di 12 mm. o più, gli incroci delle due eliche sarebbero pur sempre esattamente allineati.

Migliore è il seguente procedimento, che si può applicare quando non si disponga che di un compasso a monio con punte acute. Si prepara una sbarra con una, o due eliche, come nel caso precedente; poscia colle punte acute di un usuale compasso a nonio, si misura il valore dei successivi e singoli passi, procedendo lungo una delle generatrici tracciate in precedenza.

Tale misura riuscirà molto più facile da eseguire sulla sbarra, che non direttamente sulla vite. La operazione però sarà pur sempre molto lunga poichè è necessario, ad ogni nuova lettura, far muovere il corsoio del compasso; e così dovremo fare un numero grandissimo di puntamenti, tanti almeno quante sono le numerosissime misure che si debbono eseguire; ma più spesso si debbono fare misure reiterate, cioè due o tre puntamenti per ogni misura; per prenderne poi la media. La qual cosa richiede naturalmente molto tempo e molta pazienza.

Il nuovo compasso universele differenziale, permette di eseguire la misura del passo di una vite con molta maggiore speditezza e precisione. Per potere far ciò il compasso è dotato di due appositi sostegni S_1 S_2 foggìati a guisa di Y (fig. 1 e 8) ed assicurati con un bottone a vite, uno alla testa B, l'altro alla slitta V. La sporgenza dei due sostegni si fa esattamente eguale, e si regola coi due nonii all' $^1/_{10}$ mm., segnati su di essi; e si dispongono le cose in guisa che, posando il compasso sulla vite, o sul calibro Z, per mezzo dei due sostegni S, le due sferette P si trovino circa a metà altezza del pane (fig. 1), ed il compasso sia perfettamente parallelo all' asse della vite. Questa è la posizione giusta per poter fare la esatta determinazione del passo.

I sostegni S S_1 sono fatti in modo da potere abbracciare un cilindro qualsiasi; il cui diametro sia compreso fra zero e 100 mm. (fig. 8).

Quando si avesse da misurare il passo di una vite piccola e corta, si trasporta i due sostegni in S_1' S_2' dalla parte opposta della testa B e della V, come è indicato in punteggiata nella (fig. 1 e 8). In tal caso la lunghezza minima della vite può essere di 35 millimetri.

Il passo minimo che si può misurare dipende dal diametro delle sferette, o dalla sottigliezza dello spigolo smussato delle punte a coltello P_3 (fig. 5). Facendo queste punte di 0,4 mm. si potranno misurare passi

triangolari di 1 mm.; facendole di 0, 2 mm. si potranno misurare viti con 0, 5 mm. di passo.

Le viti a pane quadrato difficilmente si usano con passi inferiori a 4 o 5 mm., perciò bastano le sferette P_2 di 2 mm. di diametro (fig. 4).

In qual modo avvenga il consumo di una vite di tornio. — È importante soffermarci alquanto a considerare in qnal modo avvenga il consumo della vite madre di un tornio, perchè ne dedurremo alcune norme per farne la misurazione.

Una vite da tornio non si consuma in modo uniforme; se ciò avvenisse da un capo all'altro della vite, il suo pane si andrebbe assottigliando, ma il passo non varierebbe, il che ci importa assai di più. Nella pratica però le cose avvengono diversamente; i pani maggiormente usati si logorano più di quelli che si adoperano meno; e si consumano non simmetricamente, ma ogni pane si logora più da una parte, o dall'altra, a seconda che, o l'una, o l'altra sua faccia agisce sulla chiocciola un maggior numero di volte, o più intensamente.

Una vite logora di un tornio si presenta, presso a poco, come, esageratamente, è indicato nella (fig. 21) e come ho avuto occasione di verificare parecchie volte nel collaudare tornii. Al principio e alla fine la vite non si adopera quasi mai, quindi non si ha consumo, ed i passi hanno il valore normale p_0. Ma nella zona nella quale il carrello opera giornalmente, cioè per la lunghezza di circa $^1/_3$ del tornio, si ha un consumo crescente da sinistra fino verso il mezzo della detta zona, poi il consumo va decrescendo da tale punto verso la estremità destra della vite, dove torna ad essere nullo.

Il consumo poi è disimmetrico per ogni pane; e risulta quasi sempre maggiore su una faccia che non sull'altra dello stesso pane; talchè il passo di un dato pane, può avere, ed ha di solito, due valori diversi, a seconda che si misnra contro i suoi fianchi destri, ovvero contro i fianchi sinistri.

Da ciò sorge la necessità di fare la doppia misura puntando il compasso da prima a destra, poscia a sinistra. Il nuovo compasso universale ha le punte, e tutto il resto, disposto in modo da eseguire facilmente tale doppia misurazione. Quando si vuol fare la misurazione a sinistra, si metterà in azione la molletta φ come nella (fig. 1), scostando e lasciando oziosa la φ'; la quale invece si farà agire quando si vogliano fare misurazioni a destra, e in tal caso si mette a riposo la φ. Ovvero, colla disposizione della (fig. 2), si forza la molletta Ψ verso destra, o verso sinistra, col bottone b.

Esaminando la (fig. 21) che è desunta da casi presentatisi nella pra-

tica, si vede come diverso sia l'andamento del fenomeno a seconda che la misura si fa a destra, ovvero a sinistra; anzi non pure diverso, ma affatto opposto.

Valendoci dei fianchi destri, che sono quelli che operano tutte le volte che si fa una vite destra, si vede che, in causa del consumo, il passo P fra i denti 3, 4 risulta maggiore del passo normale p_0; P $> p_0$. Fra 4 e 5, tale differenza va crescendo ancora, e così fino ad un certo valore P_m pel quale il passo risulta massimo. A partire da questo punto, il consumo dei denti 6, 7, 8 va bensì crescendo, ma meno rapidamente che pei primi denti 4, 5, 6; ne segue che il valore del passo P diminuisce e si accosta al valore normale p_c. Fino a che per tutti i denti, come 8, 9, che presentano bensì il consumo massimo, ma eguale per entrambi, il passo risulta esatto, cioè eguale al normale p_0.

Però questo passo, o serie di passi, presenta bensì un valore numerico eguale a p_0, ma la sua posizione è notevolmente spostata per rispetto all' origine della vite. Questa considerazione ci consiglia a fare, oltre alle misure singole dei passi, uno ad uno, anche misure di grande ampiezza, abbraccianti 10 o 20 passi. A tale scopo il compasso ha una apertura di 200 mm.

A partire dal pane 9 il consumo va diminuendo e i passi risultano sempre più corti $p < p_0$, sino al minimo valore p_m fra 11-12. Da questo punto il consumo prosegue bensì a diminuire da un pane all'altro, ma più rapidamente che non per i pani 9, 10, 11, 12; quindi la distanza o il passo, dei successivi pani va aumentando fino a raggiungere il valore normale p_0 fra 14-15. Si ottiene una specie di sinusoide, più o meno regolare, con tre nodi, uno dei quali nel mezzo, e due ventri; uno dei P $> p_0$ a sinistra (+); e l'altro dei $p < p_0$ a destra (—).

Se invece consideriamo i fianchi sinistri dei pani, che sono quelli che operano ogniqualvolta si tagli una vite sinistra, otterremo risultati analoghi, se non che il fenomeno si presenta in ordine inverso; cioè a sinistra si hanno tutti i passi $p < p_0$ minori del giusto; ed a destra del nodo centrale p_0, i passi P $> p_0$ maggiori del normale. È un fenomeno del quale bisogna tener conto quando si lavora, perchè, se, valendoci di una vite di tal genere, costruiamo una vite destra, questa presenterà presso la testa del tornio, i passi lunghi P; e verso la contropunta, i passi corti p. Se invece tagliamo una vite sinistra, avverrà il contrario, cioè i passi corti p risulteranno presso il disco ed i passi lunghi P verso la contropunta.

Collaudo di una vite. — Si può procedere in questo modo. Si determina anzitutto, nel modo detto sopra, quale sia il passo nominale della vite, il che si può fare agevolmente, anche quando esso non sia indicato dal costruttore, perchè di solito nel sistema metrico si assume per valore del passo p_0 un numero intero di millimetri o decimi di millimetro, e nel sistema inglese si assume un numero tondo di pani sul pollice ($1'' = 25,4$ mm.). Fatto ciò, si dispone il nonio rettilineo del compasso su tale valore nominale del passo p_0; e sia per esempio $p_0 = 10$ mm. (fig. 1); quindi collocato il compasso coi suoi sostegni S_1 S_2 sulla vite, basta far girare la vite, perchè tutto il compasso proceda di per sè, nell'uno, o nell'altro verso, condotto innanzi dalla vite stessa.

Ora, senza bisogno di fare alcuna manovra di puntamento od altro di per sè, il nonio circolare N ci indicherà in $^2/_{100}$ di millimetro, per i singoli passi, le variazioni in più (+), od in meno (—), dal valore normale p_0. Tali letture si potranno fare, a seconda dei casi, ad ogni quarto, ad ogni mezzo, o ad ogni giro intero della vite.

Ultimate le letture col contatto a destra, si ripetono col contatto a sinistra; basta per far ciò mettere in azione l'altra molletta φ' (fig. 1), o la Ψ (fig. 2), ed invertire la rotazione della vite.

Come controllo, e per le ragioni dette sopra, è bene terminare l'operazione ripetendo le misure col compasso aperto in guisa da abbracciare 10, o 20, o più pani di vite.

Fatte tutte queste misure, che si possono facilmente tradurre ed amplificare in costruzioni grafiche molto appariscenti e parlanti all'occhio dell'osservatore, ci saremo formati un'idea abbastanza esatta sulla bontà della nostra vite. È un modo spiccio di verifica, che, se non può raggiungere la grande approssimazione che, nello studio delle viti di misura, si esige nei così detti laboratori scientifici, ha però il pregio di richiedere poco tempo, di essere alla portata di tutti, non esigendosi, come in quelli, abilità speciali nell'operatore, e di fornirci una approssimazione di $^2/_{100}$ mm., la quale è di gran lunga superiore a quella che si otteneva una volta nella meccanica industriale, e che è più che sufficente, anche per le migliori e più esigenti officine meccaniche.

Prof. Ing. Alfredo Galassini.

I BASSORILIEVI

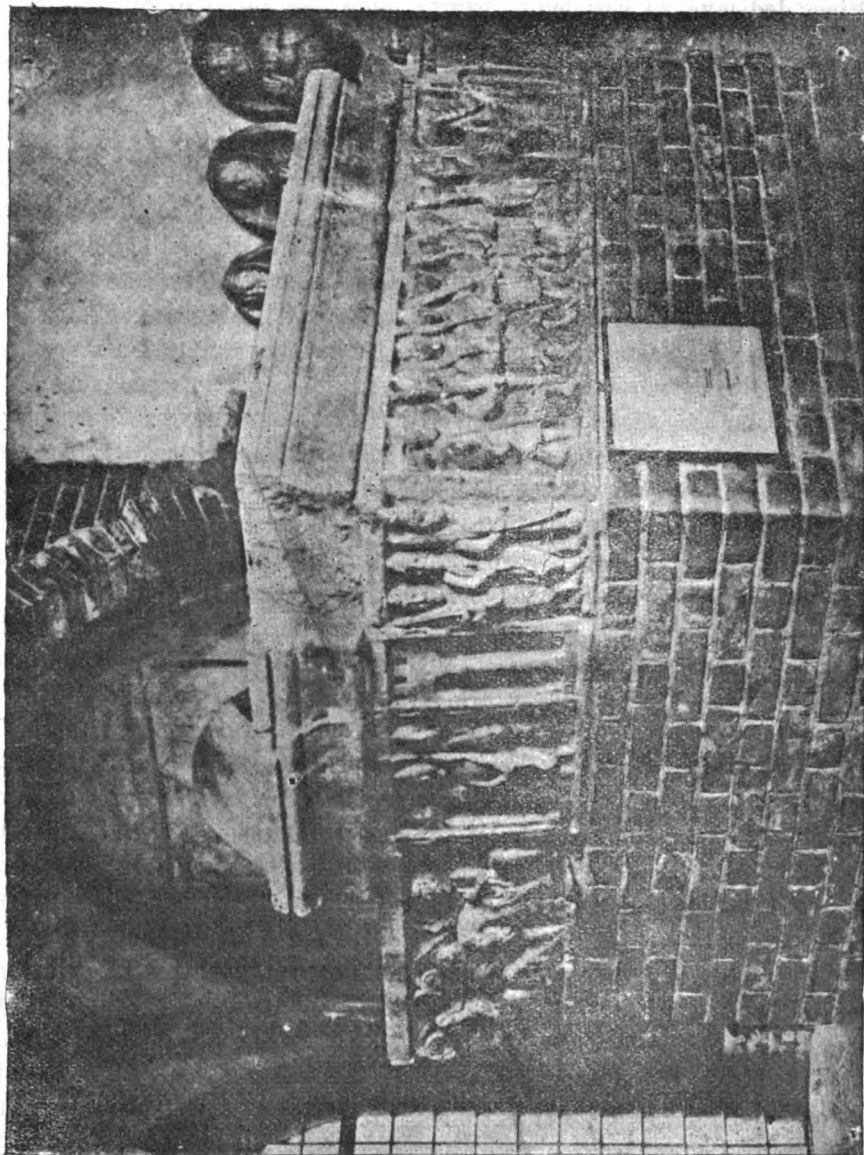
DELL'ANTICA PORTA ROMANA IN MILANO

Fra le migliori cose nell'ordinamento attuale del Civico Museo, è giusto annoverare il modo razionale e rispondente alla primitiva disposizione con cui furono collocati a poca altezza da terra, perchè riuscissero meglio visibili, ma su pilastrate in cotto rispondenti a quelle originarie, i bassorilievi attinenti alla Lega lombarda ed al ritorno dei cittadini milanesi in patria nel 1167, già esistenti in passato sul distrutto arco di Porta Romana.

Nei locali adibiti a Museo archeologico nel palazzo di Brera, quelle sculture, ritirate dal Municipio nel 1895 non avrebbero trovato nemmeno opportuna sede, e fu l'ampiezza del secondo salone a terreno del Museo del Castello che permise di realizzare il saggio divisamento di allineare quei bassorilievi nel modo con cui erano collocati originariamente nell'arco anzidetto.

Prima di quella data, molti ricorderanno d'aver visto quelle rozze sculture, di tanta importanza nondimeno, se non pel valore archeologico, pei soggetti almeno di sì alto interesse nella storia milanese, disposte senz'ordine in una lunga fascia, poco sopra le botteghe, della casa a destra del corso di porta Romana, poco prima del ponte sul naviglio, aventi al disopra in una finta finestra la lapide del 1171 dei Consoli milanesi attinente a quel ritorno in Milano degli esuli cittadini ed alla costruzione delle nuove mura e porte della città.

Poco discosto da essi verso il naviglio vedevasi poi l'immagine di un regnante dalle gambe bizzarramente incrociate al di sopra di un drago, che per tradizione antica passava quale un'effige oltraggiosa dell'imperatore Barbarossa, e vorrebbesi ora una rappresentazione dell'imperatore greco che inviò soccorsi di denaro ai milanesi per quei lavori appunto delle nuove fortificazioui della città, simulacro che vedesi ancor oggi nel Museo a poca distanza dai bassorilievi in questione.

Questi ultimi si trovavano poi conservati, benchè malamente, in quella casa già attigua all'antica Porta Romana fino della costruzione sua nel 1793 a cura della Fabbrica del Duomo la quale, a mezzo del conte

Rovida, si era fatta appaltatrice dei lavori di demolizione della porta nell'anno prima, e avendo premurosamente raccolte le varie sculture,

ne assicurava l'esistenza loro presso il luogo stesso ove sorgeva l'arco allora demolito.

Ma, allorchè i marmi passarono al civico Museo non era facile il rendersi conto, pur coi dati che offrivano il Besta ed il Giulini, il qual ultimo dedicava ad essi molte pagine della sua storia di Milano, della disposizione loro d'una volta, e dobbiamo al senatore Beltrami uno studio pienamente esauriente al riguardo nell' *Archivio storico lombardo* del 1895, e la sapiente direzione nell'apprestamento della fiancata destra dell'arco, uscendo dalla città, e del pilastro di mezzo, su cui collocare i varii bassorilievi nell'ordine loro primitivo.

E poichè anche la Porta Romana aveva in origine due archi, a somiglianza degli archi consimili di Porta Nuova e di quelli distrutti di Porta Orientale, ma l'arcata di sinistra era stata chiusa con muratura fin dai tempi di Azzone, guastando le sculture della fiancata sinistra che pare, al dir del Besta, rappresentassero i milanesi volgentisi per soccorsi all'Imperatore d'Oriente, quale altri vedrebbe appunto nel simulacro dalle gambe incrociate, non fu riprodotta nella planimetria del Museo quella fiancata, per lasciar così spazio all'altra vicina ricostituzione nel Museo stesso di una volta a crociera dell'antico chiostro delle Benedettine di Santa Redegonda.

In ogni modo, è questa ricomposizione dell'arco e delle sculture di Porta Romana nuovo titolo d'onore pel comm. Beltrami, che tanto fece pel Castello di Milano, e poco v'è in realtà da aggiungere alle risultanze sue, benchè il chiaro studioso inviti i suoi concittadini a far quei bassorilievi oggetto di più accurato esame.

E qui, premesso che, come dallo schizzo planimetrico esposto, l'arcata colla scultura di Porta Romana, è riprodotta come se vista dalla campagna, noteremo che nei cinque pezzi riuniti dei bassorilievi della fiancata destra, la quale risultava a sinistra per chi usciva dalla città, sono rappresentati i cittadini milanesi che, colle masserizie loro e attrezzi domestici fanno ritorno in città dopo l'esiglio di ben cinque anni nei vicini comuni rurali, come era stato imposto dai legati imperiali.

Le sculture tanto di questo fianco quanto del pilastro di mezzo, decorato su tutti e tre i lati di bassorilievi, sono grezze affatto e tali da non dar troppo favorevole idea dei due artisti che vi segnarono il nome loro, l'uno un Gerardo, detto con enfasi *pollice docto* per la valentia sua nel foggiare il marmo, e l'altro un Anselmo detto quasi un'altro *Dedalo* per l'ingegnosità dell'arte sua.

Con tutto ciò, in mezzo a tanta pochezza d'arte, v'è qualche non dispiacente ingenuità di composizione, e in quei bassorilievi del ritorno in patria, se qualcuno dei cittadini non si cura che della botticella che

porta in capo o del fagotto che tiene fra mano, altri impugna appoggiata alla spalla la scure che dovrà servirgli per procurarsi un nuovo alloggio, o guida con una cordicella il maialino per le prime proviste alimentari, ed altri infine procede tenendo appesi al bastone a tergo i proprii indumenti.

Commoventi fra quei soggetti quello di una donna che porta un fantolino e d'altra persona che, stringendosi al petto un fanciulletto si assicura colla sinistra sul capo la cuna in cui farlo riposare nella sua nuova dimora.

Peccato non si abbia per quel soggetto come nel pilastro opposto, qualche adatta e commovente iscrizione, riferendosi quella che vi si legge al disopra ai fasti di Sant'Ambrogio *celebes o virgineo,* che tolse le case ai Giudei, se non meglio agli Ariani, il cui nome è scritto più sotto.

Nelle tre sculture per lato del pilastro di mezzo, riunite ora in una fascia continuata, come erano in origine, vedesi, incominciando dal lato verso città della seconda arcata, una specie di processione, avanti a cui stanno, a meglio caratterizzare la lega delle città lombarde patrocinate da papa Alessandro III, due prelati con bandiera e croce.

Seguono dappoi guerrieri a cavallo armati in tutto punto, con barbute in capo che non lasciano scoperto che il viso e taluno d'essi accompagnato da soldato a piedi. E l'arteficie di questi bassorilievi, a ricordar quasi l'ufficio loro di capitelli decorativi, dispose qua e là steli a volute terminali in senso opposto.

Sulla fronte del pilastro verso la campagna, la serie dei cavalieri è interrotta da due archi merlati a duplice ingresso, sulla fronte dei quali sono le parole di Brixia e Cremona, importanti città entrambe della lega, e dopo di essi ricomincia la processione delle milizie a piedi, guerrieri vestiti di pesanti armature con scudi a punta quasi tutti e lance e spade fieramente impugnate. Qualche scudo porta l'impronta d'un leone e il leone figura pure su uno stendardo, laddove precede quel corteo d'armati quel frate degli Umiliati o dell'Ordine dei Crociferi designato superiormente col nome di Jacopo, tenente sventolata una bandiera colla croce vicino alla gran porta di chiusa a due arcate designata superiormente quale *Mediolanum.*

Secondo quanto è scritto negli *Acta Sanctorum* del Papebroche del Maggio, Tomo VI pag. 771, sarebbe quell'alfiere Passaguardo Settala, il primo dei dieci consoli citati nella lapide del Marzo 1171, cui verrebbero dietro i due legati pontifici e dopo di essi gli altri nove consoli, ma quella designazione di Jacopo toglie vigore a quelle supposizioni, e d'altronde già altrove furono raffigurati i legati papali, come vedemmo in quei bassorilievi.

Poco persuasivo è parimente l'avviso che nelle persone a cavallo siano rappresentati i ministri dell'imperatore incaricati del governo della città.

Nonostante la deficenza artistica delle sculture, importanti riescono sempre sotto il rispetto archeologico le diverse forme di abbigliamento sì degli ecclesiastici che dei soldati riprodotte in qnei bassorilievi, e le insegne araldiche sugli scudi di un leone e di un sole radiante vanno forse tra le prime che vanti l'arte nei monumenti lombardi, siano poi desse del Gerardo o dell'Anselmo più sopra citati.

All'architetto ideatore ed esecutore di quell'arco, un Gerardo da Mastegnianega, deve invece riferirsi la scritta che si legge nella grossezza della lapide fatta apporre dai Consoli Milanesi in ricordanza della erezione sua nel 1171, delegandosi quali soprintendenti ai lavori Guglielmo Borro e un Prevede Marcellino, designati a fianco di quelle epigrafi.

Ma, più dell'importanza archeologica e materiale di quell'arco e delle sculture che l'adornavano, ha valore, per chi contempli quei bassorilievi, l'alto senso di solidarietà civile e politica che spinse i Comuni lombardi dinnanzi alla prepotenza dell'imperatore germanico Barbarossa, ad affratellarsi fra di loro, aiutando essi di comune accordo i milanesi nel rioccupare la loro città e munirla di più solide difese.

L'epigrafia stessa di quella rude opera di guerra assurse alla grandiosità e nobiltà di accenti di un'epopea, e se con quella frase « *Fata vetunt ultra procedere; stabimus ergo* » riesce ben parafrasato il motto del proconsole romano « *Hic manebimus optime* », non si omette, in un momento di tanta commozione dopo la diffusione del 1162 e i luttuosi anni d'esiglio, di rivolgere un pensiero alla divinità ed è detto nell'iscrizione che è grati a Cristo, e nel nome suo che i cittadini rientrano in città.

E il pensiero che segue, dopo essersi accennato con riconoscenza al patto stretto colle amiche città della Lega, dell'essere Milano risorta e stretta a Dio, benedetto dai milanesi sia quando doni, oppur quando tolga, *dans aut tollens*, veste l'apparenza di una biblica invocazione e rende quei marmi tanto più venerabili e rispondenti in tutto all'alto senso religioso dei tempi non scompagnato da un tenace e lodevole amor patrio locchè fu riconosciuto anche dal Simonsfeld nella sua recente opera critica sul Barbarossa.

Questi bassorilievi ed umili resti dell'Arco di Porta Romana del 1171 sono dunque qualche cosa più di semplici oggetti da museo, ma vere reliquie e monumenti di virtù civili e religiose che è bene siano tenute sempre in alto onore ed apprezzate dalla cittadinanza quanto si meritano.

Può dirsi in certo senso che fu l'erezione di quell' arco per mirabile concordia di città alleate, fiduciose che la loro causa era diletta al cielo, ed esternando tali voti e propositi apertamente nelle relative iscrizioni fino a noi pervenute che preparò poi sotto la benedizione del pontefice e nello sforzo accomunato di tutte le energie comunali, la grande vittoria di Legnano, cinque anni dopo, nel 29 maggio del 1176.

E ci sovvenga sempre che i marmi del passato, massime se eretti in grandi momenti storici, hanno virtù fascinatrici anche sulle generazioni che si susseguono, pur se distratte momentaneamente da altri miraggi di bisogni sociali, ond'è ad augurarsi che, come nel nome di Legnano, si ritemprino i cittadini milanesi agli insegnamenti che da essi ne vengono e conservino gelosamente e con riverenza nel Museo del Castello quei resti venerandi.

Nella rocca superba delle signorie Viscontea e Sforzesca essi portano una nota caratteristica oltremodo, e dicono ai venturi quanto possa un popolo unito di fede e d' amor patrio, nei momenti perigliosi di ingiusta invasione straniera.

DIEGO SANT' AMBROGIO.

GLI ULTIMI DATI

SULL' INDUSTRIA SIDERURGICA ITALIANA.

La sera del 5 dicembre, per invito della Lega navale italiana, l'ing. Francesco Massarelli ripete, nel Ridotto del Teatro *Carlo Felice* di Genova, la conferenza sull'*industria siderurgica italiana al momento attuale*.

Con le aggiunte, relative ai dati della produzione siderurgica italiana del 1907, ufficialmente noti soltanto in questi ultimi giorni.

È interessante il confronto di questi dati con quelli dell'anno 1906; esso è in relazione all' andamento progressivo già segnalato nella conferenza di Milano nei diagrammi che l' illustrarono.

Produzione siderurgica.

		1906	*1907*
Minerali di ferro	tonn.	384 217	517 952
Ghisa.	»	143 079	112 232
Ferro	»	236 940	248 157
Acciaio	»	349 276	371 172
Prodotti siderurgici (ghisa, ferro, acciaio e bande)	L.	149 241 840	162 692 442

Fig. 70. — *Una parte della vasta spianata sulla quale sorge lo stabilimento dell'Ilva.*

A sinistra: i forni a coke. - Nel centro: gli alti forni. - A destra: la centrale a gas.

Va notato che la diminuita produzione di ghisa è essenzialmente dovuta all'inattività del forno N. 2 (di 200 tonn.) della Società Elba

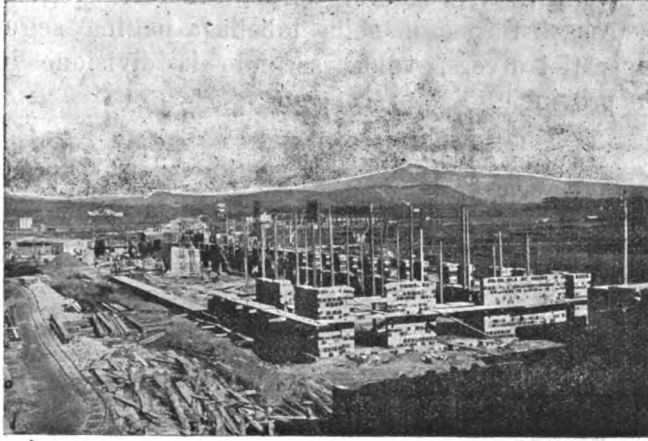



Fig. 71. — Stabilimento dell'Ilva. Il magazzino del macchinario in costruzione.

a Portoferraio in seguito allo scoppio avvenuto nel forno stesso nel 1907.

Il consumo di acciaio, ferro laminato e prodotti di prima fabbricazione fu nel 1907 di 901 272 tonn. contro le 850 736 del 1906.

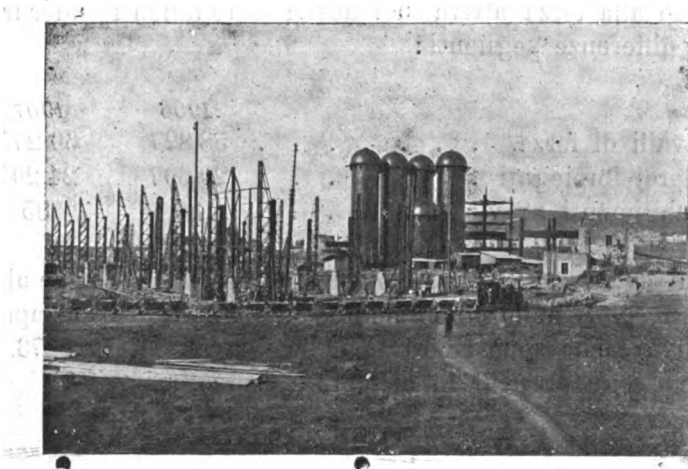



Fig. 72. — Stabilimento dell'Ilva. La centrale (a sinistra), i coowpers *e gli alti forni.*

L'importazione dall' estero di questi prodotti fu di tonn. 331 500 contro le 264 543 del 1906, mentre la ghisa importata risultò nelle proporzioni di tonn. 231 042 contro tonnellate 168 995.

In quanto alla attività siderurgica dalle diverse regioni italiane nel 1907, essa è riassunta nella tabella a pagina seguente, ove sono comparati i diversi valori secondo la divisione in distretti minerari e provincie.

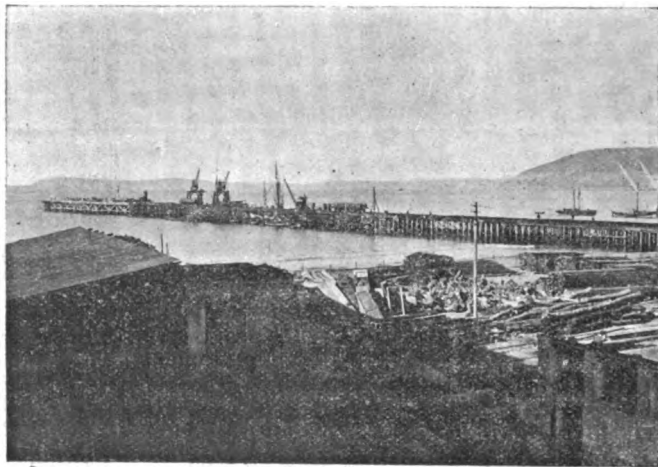



Fig. 73. — ***Stabilimento dell'Ilva. Il pontile di carico e scarico (lunghezza m.*** 410).

Riguardo alla forza attiva nei nostri stabilimenti siderurgici si hanno le differenze seguenti:

	1906	*1907*
Cavalli di forza.	58 827	60 275
Operai impiegati	20 697	24 207
Stabilimenti attivi	86	85

Infine l' ing. Massarelli mostrò alcune proiezioni relative allo stato attuale dei lavori nello stabilimento dei Bagnoli presso Napoli della Società Ilva e che sono riportate nelle fig. 70, 71, 72 e 73. Le fotografie vennero prese il 14 novembre scorso.

Riassunto della produzione siderurgica del 1907.

REGIONI E PROVINCIE	Forza in HP	Operai	VALORE IN LIRE				
			Ghisa in pani	Ferro	Acciaio e bande	Totale	Differenza colla produzione del 1907
Liguria: Genova . . .	21229	9818	—	11 552 000	59 423 096	71 085 096	+ 5 669 551
Lombardia: Milano, Brescia, Como, Bergamo (Lago d'Iseo) . . .	7296	2858	892 850	21 612 669	4 535 018	27 040 537	+ 2 831 257
Toscana: Livorno Portoferraio), Pisa (Piombino), Arezzo (S. Giovanni)	13054	4591	11 224 500	7 140 000	8 595 475	26 959 975	+ 3 983 390
Piemonte: Cuneo, Novara (alta), Torino .	4972	2393	34 500	6 118 200	8 856 500	15 009 200	— 1 086 460
Napoletano: Napoli, Caserta	3320	1472	—	2 749 875	5 763 700	8 513 575	+ 582 750
Venezia: Udine . . .	1940	492	—	4 621 901	2 214 015	6 835 916	+ 165 291
Umbria: Perugia (Terni)	8420	2536	·	200 000	6 890 244	7 090 244	+ 1 264 374
Emilia: Bologna . . .	44	47	—	157 899	—	157 899	+ 40 449
Totale	60275	24207	12 151 850	54 152 544	96 278 048	162 692 442	+ 13 450 602

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Sterilizzazione del legname. — L'efficacia degli antisettici da adoperare per preservare i legnami dalla putrefazione varia di molto a seconda dell'impiego che si fa del legname da preservare; un antisettico che protegge bene il legno esposto all'aria ed al riparo dalle intemperie può essere inefficace per traverse da strada ferrata e viceversa. Inoltre, non tutte le qualità di legno si comportano egualmente rispetto alle diverse sostanze impiegate per la conservazione, le quali possono penetrare nel tessuto legnoso più o meno profondamente e rapidamente. Era quindi necessario fare esperienzee comparative, le quali mettessero in evidenza anche il valore dei diversi antisettici in riguardo alla loro azione protettrice rispetto alle qualità di legno più comunemente impiegate, facendo variare nel tempo stesso le cause che concorrono alla distruzione del legno. Tali esperienze furono intraprese dal signor E. Henry professore all'*Ecole nationale des Eaux et Forêts di Nancy*. Egli si prefisse di determinare quali fra le sostanze antisettiche più note e meno costose e sercitano la migliore azione preservatrice sui diversi legni dopo semplice immersione nel liquido antisettico o dopo applicazione di questo col pennello. Egli lasciò da parte il sublimato corrossivo, che, pur essendo assai efficace, è troppo venefico perchè possa essere dato in mano a chiunque. I legni impiegati per queste prove furono tenuti, per un periodo di tre anni in marcite e letami, parte esposti alle intemperie, parte al riparo da esse, o nell'aria confinata delle gallerie di miniere abbandonate, umide e di temperatura uniforme per indagare il valore dell'azione protettrice dei vari antisettici contro il microrganismo delle cave *Merulius lacrymans*, che rende fradicio il legno in seguito a formazione di muffe.

Gli antisettici esaminati furono:

1. Il *carbolineum avenarius*, che si distingue dagli altri carbolineum per la sua densità elevata (1,128 a 17° C.) e per la sua vischiosità eguale a 10, riferita all'acqua. Il suo colore è rosso bruno, distilla a 230°. I legni imbevuti di carbolineum avenarius, esposti all'aria, presentano spesso, dopo qualche tempo, alla loro superficie delle pagliette bianche brillanti di fenantrene.

2. Il *carbolineum* di Lione, meno denso e vischioso del precedente. Il carbolineum, come il creosoto, colorano il legno in bruno e gli comunicano un odore fortissimo e persistente di catrame. (Il *carbolineum*, il

carburinol, il *carbonile,* la *carboneina,* il *creosolite* ed il *lisol* sono olii estratti dal catrame di carbon fossile; contengono tutti del creosoto e dei fenoli, che sembra ne costituiscano i principî attivi).

3. Il catrame delle officine del gas illuminante.

4. Il *microsol,* che è una massa pastosa verde o rosso-bruna, solubile nell'acqua. Essa è formata del 70 % di solfato di rame e del 30 % di sostanze organiche diverse. Viene impegnata in soluzione al 4 % e non colora sensibilmente i legni che vi sono immersi.

5. Il *lisol,* soluzione di cresirol in un sapone alcalino. Non è mai stato impiegato per l'antisepsi del legname da costruzione.

6. L'*antinonnina,* che è una pasta vischiosa, di colore rosso, costituita da un dinitrocresilato di potassa. Colora il legno in giallo vivo ed è stata impiegata in soluzione al 2 %.

7. L'*antigermina,* pasta verde più fluida dell'antinonnina, costituita da un derivato del creosoto. La si impiegò in soluzione al 2 %.

8. L'*acido fluoridrico,* di cui sono ben note le proprietà antisettiche e che prima d'ora non era stato sperimentato, venne impiegato in soluzione al 20 %.

I legni sperimentati furono l'abete, il faggio, il pioppo, il pino e la quercia. I tre primi furono segati in cubi di 15 centimetri di lato e piallati. I campioni di abete e di pioppo contenevano il cuore dell'albero, non così quelli di faggio; la quercia e l'abete, con tutto il loro alburno, vennero tagliati in dischi di 15-18 centimetri di diametro e 15 d'altezza. I campioni, tagliati allo stato di legno verde, vennero essicati dapprima all'aria, poi in una stufa riscaldata a 60-90°. L'immersione dei legni nel lisol durò due giorni, negli altri disifettanti un giorno soltanto. Le soluzioni erano scaldate a 60°.

Per comparare la velocità d'imbibizione dei diversi legni si praticarono, in una serie di campioni, secondo il senso delle fibre, dei fori cilindrici profondi 34 mm. e del diametro di 9 mm., del volume di 2,5 cmc., che si riempirono di carbolineum; l'abbassamento di livello del liquido nel foro, dopo un certo numero di ore, misurava la velocità d'imbibizione. Per misurare la capacità d'imbibizione, cioè la proprietà di un tessuto legnoso di trattenere un liquido iniettato, si osservò il numero delle volte che un foro di eguali dimensioni praticato in pezzi di legno di eguale volume. può assorbire il liquido che lo riempie. Fra le varie qualità di legno esaminate il faggio dimostrò una rapidità di assorbimento di gran lunga maggiore di quella di tutti gli altri legni a vasi grossi, come la quercia, la robinia, ecc., e superiore anche a quella degli altri legni a vasi sottili, quali la tremula, il nocciolo, il platano.

Il faggio che può assorbire e trattenere stabilmente 300 litri di creosoto per metro cubo, mentre è eminentemente putrescibile allo stato naturale, è al contrario assai resistente dopo imbibizione con un disinfettante, e poichè esso abbonda ovunque ed è poco costoso, si presenta il più adatto per la fabbricaziore delle traverse da strada ferrata. Altri legni, secondo l'autore,

potrebbero utilizzarsi per quest' impiego, cioè il pioppo e l' abete che presentano una capacità di assorbimento di poco inferiore a quella del faggio e che, imbevuti di creosoto, di carbolineum o di microsol, si converrebbero come la quercia.

I legni imbevuti dei vari disinfettanti ed i campioni di confronto vennero infossati pressochè completamente nel terriccio di un giardino ed in un letamaio. La sezione trasversale superiore sporgeva di alcuni centimetri ed era liberamente esposta alla pioggia, alla neve ed al sole. In tal modo si trovarono esposti, non solo alle intemperie, ma anche all'azione dei diversi microrganismi che li corrodono.

Per controllare l' efficacia dei vari antisettici, oltre all'esame dei caratteri organolettici dei vari legni, si determinò la perdita di peso da essi subita, perdita che può dare una indicazione indiretta della diminuzione di resistenza, poichè essa misura approssimativamente la quantità di materia organica distrutta.

Si è constatato che il carbolineum, il catrame ed il microsol sono eccellenti preservativi: il legno di quercia, di pino, di faggio, di pioppo e di abete rimasero intatti, dopo l'esperienza, come al principio. Il lisol, l'antinonnina e l'acido fluoridrico non esercitano alcuna azione preservatrice ed i campioni imbevuti di questi prodotti si sono decomposti alla stessa stregua del campione che non aveva subito alcun trattamento. Il carbolineum ed il microsol penetrarono fino al cuore del pioppo, del faggio e dell' abete ed imbevettero, oltre l' alburno, anche alcune parti del cuore della quercia e del pino, senza che perciò sia stato necessario ricorrere al vapore od alla pressione. La tinta bruna assunta dal legno ovunque penetrò il carbolineum è indizio del grado di penetrazione. Il microsol penetra pure benissimo; la sua presenza può essere svelata colle reazioni dei sali di rame, dopo un' immersione di alcuni minuti. Anche pel carbolineum sembra che la durata dell' immersione possa essere ridotta a meno di un' ora. Il catrame non penetra mai profondamente nel legno anche se riscaldato a 50-60°; esso forma un intonaco superficiale che ottura i pori ed impedisce che la penetrazione continui. Si può giungere tuttavia a far assorbire al legno il 30-50 % del suo peso operando a temperatura più elevata ed alternando il riscaldamento della stufa, col raffreddamento e la immersione nel catrame caldo.

Risultati analoghi a quelli soprariferiti si ebbero nei campioni di legno mantenuti per tre anni nell' aria confinata, calda ed umida, delle gallerie di miniere, ove i fermenti ed i germi che il legno contiene e quelli coi quali esso trovasi a contatto sono nelle migliori condizioni di sviluppo. In queste prove si mostrò però assai efficace anche il catrame di carbon fossile, e parimenti un' azione preservatrice esercitarono pure l' antinonnina e l'acido fluoridrico, sempre però assai inferiore a quella del carbolineum e del microsol. Questi mostrarono in tutte le prove una superiorità incontestabile sugli altri antisettici sperimentati, ed è all' uno od altro di essi che, secondo i casi, si dovrà dare la preferenza.

La preservazione delle traverse dal deperimento dovuto a cause meccaniche. — La questione: come prolungare la durata delle traverse ferroviarie, va facendosi, di anno in anno, più importante. Infatti, mentre il numero delle traverse impiegate nelle varie reti del mondo aumenta costantemente a causa dell'estendersi delle reti stesse, le riserve boschive si vanno gradualmente esaurendo, rendendo così più difficile la fornitura e più elevato il prezzo delle traverse: nè sembra — per ora almeno — che le traverse in ferro ed in cemento armato possano sostituirsi con vantagggio a quelle di legno.

L'importanza poi del problèma potrà meglio apprezzarsi se si considera che le traverse poste in opera su tutte le linee del mondo ammontano oggi a più di 1 miliardo e 500 milioni, e che per i ricambi ne occorrono oltre 200 milioni all'anno, rappresentanti 400 mila ettari di bosco. Gli Stati Uniti da soli consumano oltre 111 milioni di traverse all'anno, cioè il triplo di quanto tutte le foreste poste nei territorî dell'Unione stessa possono produrre. Ne risulta che un aumento anche lieve nella durata delle traverse assume una importanza economica di primo ordine.

Per prolungare la vita delle traverse di legno, due distinti processi sono in uso attualmente: il chimico, che combatte la putrefazione del legno e consiste nel ben noto processo della iniezione con soluzioni antisettiche; ed il meccanico. Quest'ultimo tende a limitare il deperimento delle traverse in quanto sia dovuto a cause meccaniche.

Di questo secondo sistema si è occupato — in una conferenza tenuta alla « Verein für Eisenbahnkunde » — il signor Schwabach, ingegnere dello Stato, e crediamo utile riprodurre i punti più salienti della descrizione.

Il sistema al quale l'ing. Schwabach si riferisce, e che è quello adottato dalla società « Dübelwerke » di Francoforte sul Meno, è basato sulla invenzione dell'ingegnere Albert Collet, e fu introdotto la prima volta sulle ferrovie francesi nel 1896. Esso consiste nel fissare nelle traverse delle robuste caviglie di legno duro alle quali vengono poi alla loro volta a fissarsi gli attacchi metallici della rotaia. Il disegno qui sotto dà una idea abbastanza chiara del sistema qual'è applicato sulle linee in Germania. La caviglia — chiamata anche *trenail,* — è munita di un robusto verme, il quale fa sì che essa resiste efficacemente agli sforzi verticali; essa termina in alto con una allargatura conica, la quale forzandosi nel legno della traversa costituisce un giunto perfettamente a prova contro l'umidità, e assicura in pari tempo e nelle migliori condizioni, l'assorbimento degli sforzi laterali. Questa caviglia porta poi un foro centrale, il cui diametro varia a seconda del diametro degli attacchi che essa è destinata a ricevere. In basso, la punta ha una guarnizione metallica per impedire che la caviglia si fenda nell'avvitarsi e che l'umidità del suolo penetri nella cavità di essa. La testa della caviglia ha poi un prolungamento cilindrico che serve per la presa della vite; questa parte, dopo che la caviglia è a posto , viene tagliata con apposito strumento al livello della traversa in modo che questa abbia una superficie a livello e piana. Le caviglie

sono fabbricate di un legno durissimo, scelto con molta cura e lasciato stagionare per parecchi anni, e prima della messa in opera esse vengono fortemente imbevute con creosoto.

I risultati pratici ottennti dopo sette anni hanno dimostrato che le previsioni formulate circa i vantaggi pratici di questo sistema erano giustificate ampiamente. Gli attacchi a vite delle rotaie sono ritenuti fortemente dalle *trenails*; esperienze eseguite nell'Istituto Reale di Charlottenburg, hanno dimostrato che la resistenza allo strappo e di conseguenza all'allentamento degli attacchi è, non solo per le traverse in legnami dolci, ma anche comparate con quelle in legnami duri, del 50 al 60 % maggiore che con le traverse ordinarie.

Un altro vantaggio di grandissimo pregio delle *trenails* è la loro grande resistenza agli sforzi laterali — il che permette di usare le traverse che ne sono fornite nelle curve più strette, nelle quali, sino ad oggi, sembrava impossibile mantenere a lungo andare lo scartamento esatto — nemmeno con traverse di quercia.

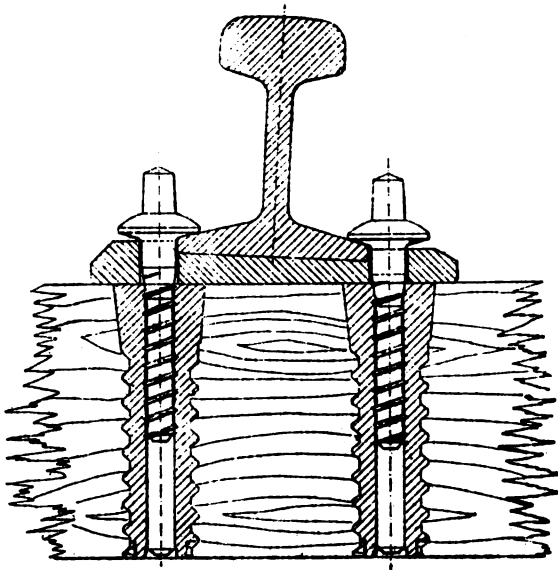
Altro grande vantaggio delle traverse con *trenails* consiste nella soppressione delle tacche, dovute alle selle di arresto.

Infine la *trenail* costituisce una garanzia efficace contro il marcire del legname, — impedendo in pari tempo che la ruggine corroda le parti in ferro dell'attacco. Infatti, essendo essa saturata di creosoto, di cui una parte s'infiltra anche nella traversa stessa, e chiudendo in pari tempo ermeticamente il foro nella traversa, forma attorno al *tirfond* una guaina impermeabile, che impedisce all'umidità di penetrare lo spessore del legno della traversa, e la preserva in tal modo dal marcire, sia attorno agli attacchi, che in tutta la sua lunghezza. Difatti, l'acqua, nei casi ordinari — cioè di traverse senza *trenail* — penetra seguendo il contorno del *tirfond*, e non solamente essa rammolisce o fa marcire il legno attorno all'attacco ma, per effetto di capillarità, segue le fibre della traversa sino al suo centro formando in questo punto un centro di decomposizione più o meno rapida che si estende gradualmente a tutta la traversa.

La *trenail* protegge ugualmente il *tirfond* dall'azione dei sali di cui sono iniettate le traverse, quali il solfato di rame, i cloruri di bario, lo zinco, il mercurio, i quali tutti si decompongono al contatto del ferro, lo corrodono, e producono la decomposizione del legname attorno agli attacchi decomposizione che si propaga grado a grado per tutta la traversa.

Oltre i vantaggi puramente tecnici, il sistema si caratterizza per la sua notevole economia. Se si ammette che il prezzo di una traversa in pino iniettato è di 5 lire, la sua messa in opera rappresenta una spesa annua di circa 69 centesimi, sopponendo la durata della traversa 10 anni, e l'interesse del 3 ½ per cento. Si può ammettere che la spesa per munire la traversa di 6 *trenails* è di circa L. 1,60. Ne segue che si forniscono di *trenails* le vecchie traverse invece di rimpiazzarle con traverse nuove, il costo dell'operazione è ricavato col prolungare la vita della traversa di circa due anni. Contando solo su un prolungamento della durata

da 8 a 10 anni, si ottiene per questo tempo una economia totale di L. 5 per traversa. D'altro lato la manutenzione di una linea con traverse fornite di *trenails* richiede delle spese di molto minori che su linee con traverse ordinarie. Sulla linea da Parigi a Lione la differenza, in seguito ad accurate ricerche, è stata stabilita del 50 per cento.

In vista dei risultati ottenuti con le vecchie traverse, non si tardò, sopratutto in Francia e in Spagna, ad estendere il processo alle traverse

nuove. Oltre le ferrovie della Paris-Lion Méditerranée, si possono citare, a questo riguardo, le ferrovie andaluse che da parecchi anni fanno annualmente fornire di *trenails* da 250 a 300 mila traverse. È da notare che sulla linea da Cordova a Belmetz, si incontrano curve di 200 metri di raggio su pendenze del 30 ‰.

Sulle Ferrovie dello Stato in Germania la traversa nuova fornita di *trenails* è in uso dal 1901. Essa è stata principalmente impiegata per rinforzare la via sulla linea a grande velocità Marienfeld-Zossen, la superstruttura metallica della quale si era addimostrata insufficiente. Si sa che di recente su questa linea sono state raggiunte velocità di 200 km. all'ora e questo senza che sia stato osservato alcun allentamento negli attacchi. Di più, su questo breve tratto, dove non erano in uso in tutto che 34500 traverse, si è realizzato, in spese di installazione, una economia, da 62,5 a 75 mila lire sulle traverse in quercia.

Le nuove lampade ad incandescenza (1). — Clayton H. Sharp nella seduta del 23 novembre 1906, dell'*American Institution of Electrical*

(1) Dall' *Elettricista*.

Engineers, ha riferito circa le proprietà delle nuove lampade a filamento metallico paragonandole con quelle a filamento di carbone usate generalmente fino adesso.

Secondo una curva tracciata da Marshall, la durata delle lampade a filamento di carbone con consumo di 301 watt per candela è stata portata a circa 500 ore da 200 che erano inizialmente e con i processi descritti da Howel, della grafitizione dei filamenti di carbone, si è riusciti a portare l'economia di queste lampade da 3, 1 watt a 2, 5 watt per candela.

Le lampade ad osmio, le prime lampade ad incandescenza con filamento metallico, non trovarono una grande divulgazione perchè furono costruite soltanto per basse tensioni. Un progresso notevole fu l'introduzione delle lampade al tantalio e recentemente con le lampade a tungsteno si è ottenuta una economia veramente notevole.

Processi di costruzione. — Il tungsteno, secondo le misure più recenti ha il suo punto di fusione a 3000° e ad alte temperature si unisce facilmente con l'ossigeno e col carbonio. Poichè non è possibile tirare in fili sottilissimi il tungsteno, come del resto anche il tantalio, per costruire questi fili di tungsteno devono usarsi processi speciali.

Secondo il processo *Kuzel* si fa una soluzione colloidale di tungstenio, per mezzo dell'arco elettrico formato nell'acqua. Dopo che la soluzione ha ragginto una opportuna resistenza, viene colato in fili, i quali dopo essersi asciugati vengono trasformati per mezzo della corrente elettrica dallo stato colloidale allo stato cristallino.

Secondo il processo di *Just* e *Hanamann* si riscalda un filo sottilissimo di carbone in un'atmosfera di cloruro di tungsteno e d'idrogeno; in questa maniera si deposita il tungsteno sul carbone e con un riscaldamento sufficiente per mezzo della corrente, tutto il filo viene trasformato in carburo di tungsteno. Il filamento interno di cabone con un opportuno riscaldamento in un atmosfera di vapor d'acqua e d'idrogeno viene eliminato, perchè l'ossigeno del vapore d'acqua si combina col carbonio e il tungsteno in presenza dell'idrogeno si riduce fino al punto d'ossidazione di prima. L'A. non può però riferire se questo processo sia ancora usato in pratica.

Le lampade Osram della Società Auer germanica e quella Osmin dell'Auer austriaca vengono ancora costruite con un processo essenzialmente analogo a quello usato dalla stessa fabbrica per la costruzione delle lampade a osmio.

Coll'intervento di una sostanza organica, p. es., una soluzione di zucchero, si forma una pasta di tungsteno ridotto fino e poi trafilato. Con riscaldamento in un'atmosfera di vapor d'acqua e idrogeno, con processo a quello sopra descritto, viene eliminato il carbonio dai fili.

Con precesso simile vengono costruite lampade Z al tungsteno della fabbrica di lampade ad incandescenza Zirkon.

In America *Heany* costruisce con successo lampade al tungsteno, però mancano i dati sul processo impiegato.

Proprietà fisiche. — I fili delle lampade a filamento metallico per 110

volt e piccole intensità devono essere estremamente sottili. Le lampade Osram hanno fili del diametro di 0,044 mm. e le lampade al tantalio di 0,052 mm.

Le lampade a filamento metallico per 110 volt non furono costruite fino adesso al disotto di 25 candele. Per una tensione di 220 volt furono costuite solo o scopo di esperienze (1). Queste lampade si addicono più propriamente per basse tensioni, perciò vengono poste in serie come si usa estesamente in America per l'illuminazione stradale.

Le lampade al tungsteno fino adesso sono ancora sensibili agli urti ed agli scuotimenti.

Proprietà Elettriche. — Le lampade a filamento metallico si distinguono da quelle a filamento di carbone anche per il loro coefficiente di temperatura positivo.

Fra 0° e 100° furono determinati i seguenti coefficienti: tantalio 0,234 p cento, osmio 0,372 p. cento, (tungsteno delle lampade Orsam) 0,438 p. cento. A causa del coefficiente di temperatura positivo varia l'intensità della luce delle lampade a filamento metallico soltanto di circa il 20 per cento per una variazione di tensione del 5 p. cento, mentre nelle lampade a filamento di carbone ne corrisponde una di circa il 30 p. cento.

La resistenza delle lampade a filamento metallico a freddo essendo considerevolmente minore che a caldo, al primo istante dell'inserzione, le lampade ricevono un passaggio di corrente fortemente superiore alle intensità normali; mentre, al contrario, nelle lampade a filamento di carbone l'intensità della corrente non raggiunge subito il valore normale.

Un diagramma grafico dimostra chiaramente il diverso comportamento delle due lampade.

Ripartizione della luce. — Nelle lampade al tantalio la variazione della distribuzione della luce varia notevolmente col crescere della durata di accensione. Questa variazione dipende dal fatto che le lampade al tantalio durante l'accesione si anneriscono principalmente nella parte del vetro dirimpetto ai fili e molto meno nelle altre parti; ne viene come conseguenza che il filo incandescente diviene sempre più ruvido e irradia più luce verso il basso di quando era nuovo e liscio, mentre nelle lampade a filamento di carbone il rapporto fra la intensità della luce media sferica e quella media orizzontale non scende quasi mai al disotto del valore teorico di 0,785; su 20 lampade al tantalio si ebbero dei valori fra 0,69 e 0,76.

In conseguenza della variazione di distribuzione di luce, questo rapporto per le medesime lampade aventi una durata di 636 ore, ebbe valori fra 8,86 e 0,94. Si raccomanda perciò di giudicare la lampada al tantalio non secondo la intensità media orizzontale, ma secondo quella media sferica.

Durata delle lampade a filamento metallico. — La durata delle lampade a filamento di carbone si estende fino all'epoca nella quale esse hanno subito una diminuzione di circa il 20 per cento dell'intensità primitiva.

(1) Ora si costruiscono anche per 220 volt.

Se tali limiti devono conservarsi anche per le lampade a filamento metallico non si può pertanto determinare, dato il forte prezzo di costruzione e la forte economia. Finora si sono utilizzate le lampade a filamento metallico fino a che divengono difettose; ma poichè in queste lampade accade che anche rompendosi un filo, le estremità vengono di nuovo a contatto, sicchè la lampada ancora arde, bisogna ancora decidere, se come durata di utilizzazione della lampada deve considerarsi il tempo fino

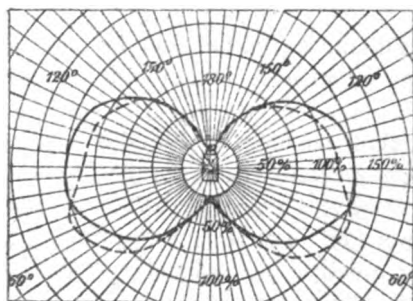
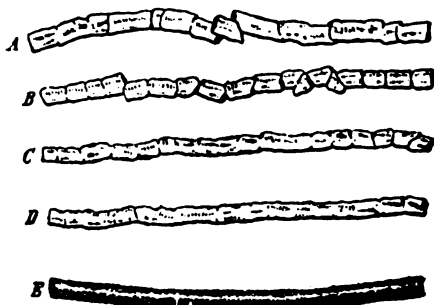



Fig. 1. *Fig.* 2.

all'apparire della prima rottura o fino a che esse divengono assolutamente inservibili.

Dopo che la lampada a tantalio fu usata un certo tempo, si constatò generalmente ch'essa aveva una durata considerevolmente minore quando era alimentata a corrente alternata di quando era alimentata a corrente continua.

Un osservazione microscopica dei fili mostra, il diverso comportamento di essi con la corrente continua e con la corrente alternata.

Con esercizio a corrente continua il filo diveniva esternamente ruvido dopo una lunga utilizzazione, ma le variazioni sofferte erano piccole; con corrente alternata invece il filo prendeva un aspetto di rottura e di rappezzo e precisamente tanto più presto quanto più alta era la frequenza della corrente alternata. Da che cosa dipenda questo vario modo di comportarsi, non è ancora stato chiarito.

Le lampade a tungsteno hanno invece una vita ugualmente lunga sia con esercizio a corrente alternata che continua.

L'esame di 20 lampade al tantalio diede un forte aumento dell'intensità della luce dal 30 al 40 per cento durante le prime 25 ore di accensione; Dopo 700 ore l'intensità media orizzontale della luce delle singole lampade era diminuita circa del 15 al 30 per cento del valore iniziale, quella media sferica invece soltanto del 4 al 7 per cento causa la variazione suddetta della ripartizione della luce. L'economia iniziale delle lampade era in media di 2 watt per candela.

Per le lampade a tangsteno vengono portati i dati di vecchie esperienze su 2 lampade Kuzel e tre lampade Osmin nonchè le misure ulteriori dell'uf-

ficio imperiale tedesco su 16 lampade Osram da 111 fino 117 volt; 25 a 30 candele e 1,1 watt per candela.

La diminuzione di luce di queste ultime lampade dopo 1000 ore era minima: 5 delle 11 lampade divennero difettose in questo periodo. Risultati simili circa la variazione d'intensità della luce ebbe l'Electrical Testing Laboratories americano in una ricerca su 6 lampade Osram mentre su 11 lampade a tungsteno si ebbe come risultato un aumento considerevole dell'intensità della luce al principio ed una durata effettiva molto minore di quella delle lampade Osram; 14 lampade tungsteno di origine americana di 40 candele e un watt a candela ebbero una durata media di 363 ore e in questo tempo subirono una diminuzione di circa il 18 % rispetto al valore iniziale.

Colori della luce. — Per il confronto dei colori della luce delle lampade al tantalio ed al tungsteno rispetto a quelle al carbone si prese come base il confronto fotometrico con vetri diversamente colorati. Supposto che la lampada a incandescenza con filamento di carbone abbia una intensità di luce del 100 % sia per la luce totale che per i colori rosso, verde, e bleu, si ebbe per le lampade quanto segue:

	Lampada a tantalio	Lampada a tungsteno
Luce totale	100 %	100 %
Rosso	10,3 %	83 %
Verde	100,5 %	101,8 %
Bleu	100,2 %	126,5 %

Da questo si vede chiaramente che la luce delle lampade a filamento di carbone contiene più raggi rossi e meno bleu che la lampada al tantalio e questa ancora più rosso e meno bleu di quello a tungsteno.

Tremolii con esercizio a corrente alternata. — Per provare come si comportano riguardo alla stabilità della luce le lampade al tungsteno con la corrente prodotta dalle centrali americane (corrente alternata a 25 ∽) furono paragonate, in gran numero, le lampade al tungsteno con quelle a carbone e furono determinate con mezzi stroboscopici le oscillazioni della luce.

Ne risultò che le oscillazioni risultanti da una corrente alternata a 25 ∽ compariscono in numero maggiore nelle lampade al tungsteno che in quelle a carbone.

Da quanto si è detto sopra si vede la grande importanza delle lampade al tungsteno per l'illuminazione. Come economia queste lampade vengono sorpassate da poche altre sorgenti di luce e in special modo esse mostrano tutti i vantaggi che distinguono la luce elettrica dalle altre sorgenti di luce.

Radiotelegrafia sistema Poulsen (*Continuaz. vedi pag.* 556 *e la Tav.* 42). — Che cosa ci rivela questa fotografia? Che, ad un'emissione di corrente al tasto manipolatore, corrisponde la formazione di tante scintille distinte fra le sferette metalliche dell'aereo, e che ciascuna scintilla a sua volta è composta di un certo numero di oscillazioni di carica fra le due sferette, ossia fra l'area e la terra, come appunto abbiamo detto precedentemente parlando del fenomeno di oscillazione elettrica che avviene in un filo metallico isolato nell'aria, caricato di elettricità, e che venga repentinamente in contatto col suolo. Allo scoccar di ogni scintilla, quindi, corrisponderà l'emissione dall'aereo di un certo numero di onde — due o tre al massimo — costituenti ciò che chiamiamo un *treno di onde*; e ogni segnale dell'alfabeto Morse, che noi eseguiremo maneggiando il tasto, si rivelerà all'esterno dell'aereo con un certo numero di treni d'onde, quanti ne comporta la pulsazione di corrente che impieghiamo nel trasformatore della stazione.

Ora, una bobina di Ruhmkorff, munita di un buon sistema d'interruttore, può dare una cinquantina di scintille per secondo, e sembrerebbe perciò che ogni segnale emesso dalla stazione dovesse riuscire costituito da un gran numero di oscillazioni seguentisi quasi senza discontinuità. Siamo però ben lontani da ciò.

Se consideriamo che, per generare con l'aereo onde di 300 m. di lunghezza, quali sono per lo più quelle usate in radiotelegrafia, le oscillazioni elettriche dell'aereo debbono avere la frequenza di 1 000 000 per 1". ciascuna onda si formerà in $\frac{1}{1\,000\,000}$ di 1". Poichè ogni treno di onde, come dicemmo, ne contiene di utili due o tre al massimo, ogni scintilla avrà la durata di $\frac{3}{1\,000\,000}$ di 1"; ed ammettendo di poter creare in ogni secondo 50 scintille, tra l'una e l'altra di queste (ossia tra un treno di onde e il successivo) correrà un intervallo di tempo di $\frac{19\,997}{1\,000\,000}$ di 1", il quale, se di per sè è un tempo piccolissimo, è invece immenso di fronte ai $\frac{3}{1\,000\,000}$ di 1", che rappresentano la durata della scarica di una scintilla. Per averne un'idea più pratica, più afferrabile al nostro pensiero. abituato a tattare con unità di tempo ben superiori al $\frac{1}{1\,000\,000}$ di 1", facendo il voluto rapporto, sarebbe come dire che se le oscillazioni di cui parliamo fossero rappresentale dai tocchi successivi di una campana emessi a distanza di 1" l'uno dall'altro, dopo dato un gruppo di tre tocchi la campana dovrebbe rimanere in silenzio per 5 ore, 33' e 17" prima di ripetere un altro gruppo di tre rintocchi.

Che cosa consegue da ciò? Che per la massima parte del tempo che dura un segnale radiotelegrafico emesso da una siffatta stazione, l'aereo rimane muto. E che ne importa a noi, diremo, se questo segnale è ugual-

mente avvertito dagli apparati della stazione ricevente, alla quale è destinato? Sembra infatti che già molto abbia potuto ottenere questo meraviglioso mezzo delle comunicazioni senza filo, col superare gli spazi e gli ostacoli frapposti dal terreno, per portare lontano lontano l'espressione del nostro pensiero. Ma non è tutto. Occorre che i segnali, che questo pensiero traducono, varchino, sì, lo spazio, ma giungano ancora, e soltanto, a chi deve riceverli, e che l'apparato incaricato di registrarli non sia da alcun'altra influenza eterea disturbato nel suo delicato lavoro. Occorre, in altri termini, che fra gli apparati corrispondenti esista, nel modo più rigoroso possibile, ciò che chiamiamo la *sintonia*.

Come a tutti è noto, ogni fenomeno d'indole oscillatoria è caratterizzato da due grandezze principali, che in esso debbonsi considerare: *l'ampiezza di oscillazione,* ossia il valore che assume l'entità del fenomeno nei successivi istanti in cui esso ha luogo, ed il suo *periodo di oscillazione*, ossia quell'intervallo di tempo che occorre perchè il fenomeno passi per due successivi valori uguali, ossia perchè abbia a ripetersi nelle medesime precise condizioni. È pure noto che dal concetto di periodo nasce quello della *frequenza di oscillazione*, la quale sta ad indicare il numero di volte che, per ogni 1'', il fenomeno oscillatorio si ripete nelle identiche condizioni. Ciò ho ritenuto opportuno rammentare, allo scopo di bene intenderci sul valore delle espressioni: *ampiezza*, *periodo e frequenza*, che dovranno divenirci famigliari.

Per ispiegarci il concetto della sintonia, consideriamo, giacchè ci servono mirabilmente, i fenomeui acustici, e supponiamo di avere dinanzi a noi, tese fra due sostegni e contenute fra una cassa armonica, tante corde metalliche, di metalli vari e di varia lunghezza e diametro: un pianoforte, ad esempio. Ognuna di queste corde diciamo che, ove sia posta in vibrazione, è capace di darci una certa nota, nota alla quale sappiamo che corrisponde una certa frequenza, o un certo periodo di vibrazione. Se in vicinanza di esse, con una corda armonica, o con un diapason, o con un istrumento musicale qualunque, produciamo una nota prolungata, di periodo uguale a quello proprio di una delle corde del pianoforte, questa entra essa pure in vibrazione, e l'ampiezza con cui vibra è tanto maggiore quanto più preciso è l'accordo fra il suo periodo di vibrazione e quello della nota emessa dall'istrumento che noi suoniamo. Non solo, ma vediamo che, quanto più lunga noi teniamo la uota, che diremo inducente, tanto più aumenta (naturalmente, sino a un certo limite) l'ampiezza di oscillazione della corda, che si è messa a vibrare. Le altre corde del pianoforte staranno ferme?

No, effettivamente, giacchè tutti ricordiamo bene i saltarelli, che facevano i cavallotti di carta posti dal professore di fisica sulla corda del sonometro quando, nel trattare le leggi riguardanti le corde armoniche, voleva dimostrarci che quella corda era ancora capace di entrare in vibrazione benchè non fosse esattamente intonata con un dato suono.

Le ampiezze di oscillazione delle corde non intonate sono però molto,

ma molto piccole, e praticamente possiamo concludere che, se l'istrumento che emette la nota inducente viene allontanato sensibilmente dal pianoforte· di questo entreranno in vibrazione solamente quelle corde, che hanno un periodo o una frequenza uguali a quelli che competono alla nota data dall'istrumento musicale, quelle cioè *che si trovano in sintonia con questa nota.*

Ora le oscillazioni elettriche, per quanto di natura differente da quelle acustiche, si comportano esattamente nello stesso modo. Quelle però, che abbiamo potuto generare colla stazione sino ad ora descritta, sono ben lungi dal trovarsi nelle migliori condizioni per la corrispondenza sintonica. Ed infatti, sia perchè i treni di onde si susseguono l'uno all'altro a distanze troppo grandi, sia perchè di ogni treno si può dire che solamente le prime due o tre onde hanno un effetto sugli apparati riceventi — giacchè le altre hanno un'ampiezza insufficiente — pure ammesso che esista perfetto accordo di periodo tra i due aerei corrispondenti, minimi saranno gli effetti prodotti e ricevuti, e quindi piccola la portata della corrispondenza.

Essendo perciò obbligati ad usare in ricevimento degli aerei, i quali vibrino al minimo impulso che l'etere loro possa recare dalla stazione trasmittente, essi si troveranno forzatamente nelle condizioni di rispondere anche a quelle rapide vibrazioni elettriche, che loro giungano eventualmente da una stazione radiotelegrafica estranea, o per influenza delle scariche elettriche atmosferiche: quegli aerei saranno quindi disturbati; non solo, ma essi non saranno gli unici capaci di ricevere le onde da noi trasmesse. Per la poca persistenza di queste e per la loro ampiezza variabile, esse non possono costituire una nota elettrica, chiamiamola così, ben definita: la loro azione assomiglia a quella del rullo di un tamburo, intonato bensì sopra una data nota, ma· che costituisce più che altro un rumore, anzichè un vero e proprio suono. Se, per conseguenza, attorno all'aereo trasmittente se ne troveranno anche di quelli che, diremo, dovrebbero rimanere a lui estranei, anche questi riceveranno, contro nostra volontà i nostri segnali in misura differente, a seconda della loro distanza dall'aereo trasmettitore.

Riconosciutasi questa impellente necessità di generare note elettriche ben definite e, in una stazione ricevente, di vagliare le varie perturbazioni elettromagnetiche percorrenti lo spazio, afferrando solo quelle ad essa spettanti, fu studio di ogni tecnico quello di diminuire quanto più possibile ciò che diciamo lo *smorzamento delle onde.*

Come abbiamo detto, nel caso della stazione radiotelegrafica sino ad ora considerata, la trasmissione si compone di gruppi o treni di poche onde, la cui ampiezza d'oscillazione decresce rapidamente, talchè l'effetto utile di ogni gruppo può ritenersi limitato alle prime due o tre oscillazioni: abbiamo cioè *oscillazioni molto smorzate* (fig. 2.ª). Dove è che risiede la causa di questo rapido smorzamento? In molte circostanze, delle quali però citeremo subito le principali soltanto, come quelle che meglio possiamo comprendere senza troppo addentrarci nei fenomeni studiati dalla

fisica elettrotecnica, riuscendo così ad acquistare, da questo breve esame, un concetto dei miglioramenti che vennero escogitati per ovviare all'inconveniente, segnatamente dal Poulsen, il quale, sino ad oggi, sembra sia l'unico che, da questo lato, abbia risolto il problema.

É a tutti noto che un circuito metallico, percorso da una corrente, presenta ciò che diciamo una *resistenza*, un impedimento cioè al libero flusso della corrente; cosa che, evidentemente, traducesi in una perdita di energia. E questa perdita è tanto maggiore nel caso nostro, dovendo il circuito essere percorso da corrente a frequenza considerevole.

Sappiamo poi ancora che questo circuito aereo-terra, afffnchè abbia a risultare completo, deve fra le due palline metalliche che lo interrompono, essere percorso da una scintilla. Questa, che è conduttrice deve crearsi però e mantenersi a spese nell'energia di cui disponiamo e che immagazziniamo, diremo così sulle sferette medesime. Ecco perciò un'altra causa di rapida diminuzione dell'energia stessa.

Ma la causa principale è la grande irradiazione, che, sotto forma di onde partenti dall'aereo, avviene dell'energia da noi fornita all'aereo. Questa accusa capitale, che noi ora facciamo all'irradiazione delle onde nello spazio, sembra un controsenso nella logica dei fatti, giacchè a tutta prima, pare che nostro scopo principale debba essere quello di irradiare molta energia, per superare le maggiori possibili distanze. E ciò è vero, ma dobbiamo però subito pensare che *est modus in rebus*. Ricordiamo le esperienze delle corde armoniche eccitate colla nota di un istrumento: se la nota è ben prolungata, ancorchè essa sia debole, finisce col porre in vibrazione, ed in una vibrazione considerevole, unicamente quelle corde del pianoforte, che con essa siano intonate. Se la nota invece è robusta, piena, e viene emessa per un breve istante, gli effetti di risonanza, prodotti nelle corde ed essa intonate, non sono cospicui, e ne rimangono eccitate anche, più o meno, tutte le altre corde del pianoforte. Vediamo quindi chiara la convenienza che ne risulterebbe nel caso nostro, ove la stessa quantità di energia irradiata dall'aereo, così come l'abbiamo costituito, potessimo metterla in libertà un poco alla volta, sotto forma di onde meno vigorose, ma più numerose, e simili in ampiezza le une alle altre.

Particolarmente seguendo questo concetto, infatti, la stazione radiotelegrafica rudimentale, quale l'abbiamo descritta, andò soggetta a notevoli cambiamenti. Legati dal fenomeno della scintilla per ottenere le vibrazioni elettriche di un circuito, non fu possibile che in minima parte guadagnare un poco di quell'energia che la scintilla stessa richiedeva per sè. Il massimo guadagno si ottenne cercando di creare le oscillazioni in un circuito metallico comprendente la solita scintilla, ma chiuso su sè stesso e quindi poco irradiante, e di versare, diremo così, a poco a poco dette oscillazioni nel circuito aereo-terra, incaricato di trasmetterle allo spazio.

Eccoci quindi all'impiego di nuovi apparecchi per la costituzione di questo circuito oscillante chiuso, apparecchi che si riassumono nei *condensatori* elettrici, che chiamiamo più brevemente anche *capacità*, e nelle bobine di autoinduzione o più semplicemente *induttanze*.

I primi già ben noti, hanno per iscopo di accumulare l'energia loro fornita da un rocchetto di Ruhmkorff o da un trasformatore statico; le bobine di autoinduzione, costituite da semplici spirali di filo metallico, poste sul circuito di scarica dei condensatori, favoriscono quell'inerzia, di cui parlammo nel caso di un filo isolato che si scarichi improvvisamente al suolo, e che è necessario acciò che la scarica dei condensatori inseriti sul circuito riesca oscillante.

Se ora rammentiamo che un filo ravvolto a spira (inducente), percorso da una corrente, ha la proprietà d'indurre un'altra corrente simile in un altro filo (indotto) che in parte sia pure ravvolto a spira (le spire dell'uno e dell'altro essendo fra di loro ravvicinate opportunamente), avremo immaginato un sistema che ci occorre per trasportare le ascillazioni da un circuito ad un altro: sistema che chiamasi ***trasformatore ad alta frequenza*** o anche ***jigger***.

Se l'una delle spire dello jigger è inserita sul circuito dei condensatori e delle induttanze, di cui sopra abbiamo detto, e se uniamo l'altra spira per un capo all'aerea e per l'altro alla terra; comprendiamo subito come avvenga il fenomeno di trasmissione di un complesso radiotelegrafico disposto per ottenere effetti di sintonia fig. 3.ª). Il circuito chiuso inducente, contenente una certa capacità e una certa induttanza, oscilla, ma non irradia molta energia, appunto perchè è chiuso; le sue oscillazioni sono quindi *meno smorzate* (fig. 4.ª) di quelle che abbiamo già considerato. Il circuito indotto, ossia l'aereo, che è in diretta comunicazione colla terra attraverso alcune spire di filo, per le quali è collegato al circuito chiuso, viene perciò percorso da oscillazioni poco smorzate, che irradia nello spazio tutto attorno a sè.

Naturalmente avremo dovuto regolare le cose in modo che il periodo di oscillazione del circuito inducente sia esattamente uguale a quello dell'aereo: che i due circuiti, cioè, siano sintonizzati; il che avremo ottenuto variando opportunamente la capacità e l'induttanza di ciascuno di essi.

È chiaro poi che se l'aereo della stazione ricevitrice sarà precisamente uguale a quello della trasmittente, e se includeremo l'apparecchio destinato a rivelare le onde in un circuito intonato con quelli precedenti, ci troveremo nelle migliori condizioni per comunicare fra le due stazioni, e colle maggiori probabilità d'indipendenza dalle influenze elettromagnetiche di altre stazioni, non aventi il nostro medesimo tono, o per dirla in altri termini, la medesima nostra lunghezza d'onda.

Tali sono appunto le stazioni oggi tanto largamente in uso e nelle quali, per generare le oscillazioni, s'impiega ancor sempre la scintilla. Naturalmente la disposizione dei vari circuiti e degli apparecchi, e la natura di questi, sono differenti, o sostanzialmente, o solo per qualche particolare; dall'uno all'altro dei sistemi di radiotelegrafia che vengono esercitati. Tutti però s'informano, come dicemmo, al concetto di produrre e utilizzare onde, che siano smorzate il meno possibile.

Ma per quanta perfezione presentino gli apparati, per quanta cura si

ponga nel determinare le precise condizioni di vibrazione dei vari circuiti, per avvicinarsi quanto è possibile agli accordi più esatti, praticamente non si riesce ad ottenere l'indipendeza fra varie comunicazioni, le cui onde differiscono l'una dall'altra di almeno il 10 %. Ciò dipende dal fatto che, se di ogni treno di onde prima se ne potevano ritenere utilizzabili solo due o tre al massimo, ora, benchè le abbiamo aumentate ad una diecina, sono ancora troppo lunghi i silenzi dell'aereo nell'intervallo che corre tra un treno di onde e il successivo. Le note elettriche, colle quali facciamo vibrare l'etere, se pure sono definite, non sono ancora sufficientemente persistenti, per essere avvertite unicamente da un aereo e non dagli altri a questo poco dissimili.

Si è quindi detto che la sintonia rigorosa, quella assolutamente desiderabile; in virtù della quale soltanto sarebbe possibile l'esercizio contemporaneo di più comuncazioni radiotelegrafiche, senza che l'una abbia a turbare l'altra, non avrebbe assunto l'importanza di indiscutibile realtà, se non nel giorno in cui fosse posto a disposizione un mezzo per creare onde non smorzate e persistenti. E questa possibilità, vagamente intraveduta nel mondo scientifico, in seguito alle interessanti comunicazioni del Duddell sopra un fenomeno da lui osservato, venne chiaramente dimostrata dal Poulsen colle esperienze da lui fatte al riguardo il 23 ottobre 1906 presso l'Unione elettrotecnica di Berlino, presentando ad un numeroso uditorio il suo sistema per ottenere oscillazioni a grandissima frequenza, persistenti e di grande energia, risultanti dall'impiego appropriato di un arco voltaico a corrente continua.

A ognuno di noi è capitato certamente di sentire i rumori strani, che talora vengono da un arco voltaico sospeso nell'aria, rumori che sono sbattimenti o stridori dovuti a irregolarità nel funzionamento dei congegni della lampada o ad impurità dei carboni, fra i quali è stabilito l'arco luminoso. Ma alle volte, quando ogni cosa va bene, se vi ponessimo attenzione, sentiremmo che la lampada ci dà un suono monotono e di un ritmo speciale, un suono precisamente quale emette l'armatura della dinamo elettrica posta in movimento per fornire la corrente alla lampada. L'arco voltaico è quindi una disposizione elettrica tale che, sotto certe condizioni, anche se esso è alimentato da una corrente continua, può produrre al nostro orecchio la sensazione delle vibrazioni sonore.

Supponiamo che la corrente alimentatrice di uno di tali archi passi per uno dei circuiti di un trasformatore, mentre nell'altro circuito del trasformatore stesso passino le pulsazioni di corrente, che provengono da un ordinario microfono posto a distanza (fig. 5.ª). Facendo funzionare l'arco e disponendo perchè dinanzi alla membrana del microfono vengano prodotti dei suoni o pronunciate delle parole, noi sentiremmo che l'arco riproduce esattamente e fedelmente tutti i suoni prodotti e le parole pronunciate. Di questo fenomeno, che è chiamato dell'*arco parlante*, vennero date varie interpretazioni; quella però più attendibile sembra essere che le variazioni prodotte nella corrente che percorre l'arco, per effetto delle

pulsazioni elettriche date dal microfono, le quali si sommano alla corrente continua che alimenta l'arco, producono rapide variazioni nella temperatura dell'arco stesso, e di conseguenza anche rapide dilatazioni degli strati d'aria che circondano la fiamma, e quindi vibrazioni elastiche di tutta l'aria ambiente, traducentesi al nostro orecchio in suoni.

Senonchè Duddell, durante le sue ricerche sul fenomeno dell'arco parlante, osservò che, se ai carboni di un arco voltaico a corrente continua venivano uniti gli estremi di un circuito composto da un'induttanza e da un condensatore di conveniente capacità, questo circuito era percorso da correnti oscillanti ad alta frequenza, e che l'arco emetteva un certo suono speciale il quale cambiava di tono, quando si variavano la capacità del condensatore e il valore dell'induttanza del circuito, in una parola quando si mutava il periodo di oscillazione di questo circuito.

Questa disposizione, che venne chiamata *l'arco musicale*, o più propriamente il *circuito di Duddell* (fig. 6.ª), suscitò grande interesse per la sua speciale proprietà di generare rapide oscillazioni elettriche da una corrente continua. E l'interessamento fu particolare nei tecnici che si dedicavano alla risoluzione del problema della sintonia in radiotelegrafia, e che in una simile disposizione presentivano la possibilità di ottenere la tanto desiderata produzione delle oscillazioni non smorzate. Il circuito di Duddell infatti presenta tutte le caratteristiche di uno di quei circuiti oscillanti, che abbiamo già descritte e di cui ci serviamo per indurre oscillazioni sui nostri aerei, colla differenza che in esso la corrente trasformata in oscillante è continua e non variabile, e la scintilla è sostituita dall'arco.

Come avviene il fenomeno che osserviamo nella disposizione di Duddell? O per meglio dire, come può avvenire che il condensatore inserito in quel circuito abbia a caricarsi così da generare e mantenere nel circuito stesso delle oscillazioni elettriche? L'arco voltaico gode di una speciale proprietà, e cioè che un leggero abbassamento della corrente nell'arco fra i carboni è accompagnato da un aumento di differenza di potenziale fra i due carboni stessi. Perciò allorquando l'arco si determina, il condensatore, che ha le sue armature in contatto coi carboni, sottrae parte della corrente che percorre l'arco. Per tale ragione, si eleva il dislivello di carica elettrica o differenza di potenziale fra i due carboni, e di conseguenza verrà sempre più favorita la carica del condensatore. Ma allorchè la tensione alle sue armature sarà giunta al massimo, non avendo più esso bisogno di prelevare corrente dall'arco, questo si ristabilirà nelle sue condizioni ordinarie non solo, ma presenterà una via facile per la scarica del condensatore e sarà percorso, oltre che dalla corrente sua ordinaria, ancora da quella che nel condensatore erasi accumulata. Ne risulterà quindi un abbassamento della differenza di potenziale ai carboni, sì da determinare la completa scarica del condensatore, il quale andrà poi di nuovo ricaricandosi, ripetendo a rapide alternative il fenomeno.

Anche in questo circuito oscillante, come in quelli chiusi già in precedenza considerati, avremo pur sempre le cause di smorzamento delle oscil-

lazioni, dovute, come già abbiamo veduto, alla resistenza del circuito e della scintilla (che in questo caso è un arco) ed un poco anche alla irradiazione. Ma se nei casi ordinari l'energia è fornita al condensatore solo per brevi istanti ed a lunghi intervalli di tempo, quali corrono tra una scintilla e l'altra, sì che le lamentate cause di smorzamento hanno tutta la possibilità di esercitare la loro funesta influenza, nel caso del circuito di Duddell, essendo l'arco ed il circuito oscillante costantemente in comunicazione colla sorgente di energia, questa fa seguire immediatamente l'uno all'altro i vari treni di oscillazioni che si verificano. Il diagramma quindi che può rappresentarci le oscillazioni di questo circuito è praticamente molto simile a quello delle vibrazioni di un diapason (fig. 7).

Così però, come l'abbiamo veduto, il circuito di Duddell difficilmente era in grado di dare frequenze superiori alle 30 000 o 40 000 per minuto secondo, e l'intensità della corrente oscillante rimaneva debole. Ora noi sappiamo che in radiotelegrafia ci occorrono frequenze ben superiori, dell'ordine almeno di 100 000 per minuto secondo, per poter generare onde di 3000 m., le più lunghe che possiamo impiegare, e che ci è necessario poter irradiare forti energie.

(Continua).

BIBLIOGRAFIA

Prof. H. Vieweger — *Recueil de problèmes avec solutions sur l'électricitè et ses applications pratiques.* - Traduzione francese dell'ing. G. Capart. Un vol. in 8.° gr. di pag. XVI-312, con 174 fig. nel testo e 2 tav. - Prezzo 9 lire; legato lire 10, 50. - H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. 49 quai des Grands-Augustins, Paris VI.

I progressi fatti dall'elettricità e sue applicazioni negli ultimi anni sono stati così rapidi, che fra i libri pubblicati, benchè numerosi, pochissimi sono quelli che contengono dei problemi e degli esempi atti a fare ben comprendere il significato preciso e, ciò che più importa, pratico, delle leggi e delle formole, agli ingegneri ed agli allievi delle scuole superiori. Eppure è questa una parte importante per chi deve dedicarsi alle applicazioni dell'elettricità, poichè non sempre si vede, nei numerosi casi che si presentano in pratica, la via sicura e precisa da seguirsi.

Il prof. Vieweger dell'istituto elettrotecnico di Mittweida compreso di questa mancanza, si è dedicato a rimediarvi, ed ha studiato una serie notevole di problemi, che costituiscono un complemento naturale ai vari trattati di elettricità, che si sono venuti pubblicando in questi ultimi anni. Nel suo metodo passa sempre dagli esempi semplici a quelli più complicati, cosicchè seguendolo gradatamente, si viene a potere risolvere dei problemi complessi senza grandi difficoltà.

Cercheremo di far comprendere il procedimento dell'A. e la natura della sua trattazione il più brevemente possibile.

Egli classifica la materia in quattro categorie: studio dell'elettricità; la dinamo a corrente continua; le correnti alternate; e finalmente i gruppi motori di trombe centrifughe.

Nella prima categoria espone tutte le leggi all'elettricità e per ciascuna di esse fa numerose applicazioni; così nel § 1 si serve degli effetti chimici della corrente per definire l'unità, indi applica a sette esercizi i risultati ottenuti e dà per ciascuno la rispettiva soluzione. Nel secondo paragrafo fa lo stesso per le quantità di elettricità che poi determina in ben 6 problemi; la legge d'Ohm viene illustrata con 28 problemi e altrettante soluzioni, e così di seguito.

Nelle dinamo a corrente continua, tratta una serie di problemi, per le dinamo a eccitamento indipendente dieci, per la reazione dell'indotto due, per la macchina serie 11, per quella shunt 8; e così di seguito per la macchina compound, le macchine multipolari, fino a calcolare in modo completo la macchina a corrente continua. Senza aggiungere altro ci sembra di avere ben chiarita la natura del libro del Vieweger e la sua importanza per la pratica, perciò la traduzione francese, rendendola accessibile a un publico assai più numeroso, è stata ottima cosa. La traduzione è condotta sull'edizione tedesca del 1908, quindi vi si trovano molti problemi sulle questioni più attuali dell'elettrochimica, basati sui più recenti lavori di Arnold, di Hobart, di Pohl, ecc. L'insieme è un libro utilissimo e necessario complemento, come già abbiamo detto, ai più recenti e ottimi libri di elettricità.

Teramo, li 17 *novembre* 1908.

GAETANO CRUGNOLA.

Ing. E. ARAGON — *Ponts et ouvrages en maçonnerie* — Un vol. in 16.° di pag. XII-562 con 350 figure nel testo. Legato in pelle L. 15. H. Dunod & E. Pinat, éditeurs. - 49 Quai des Grands Augustins, Paris VI.°

Ecco un altro volume della ***Biblioteca del direttore dei lavori pubblici*** che i solerti editori Dunod e Pinat vanno pubblicando con grande celerità, esso è dovuto alla penna dell'Ing. Aragon, specialista in materia e che i nostri lettori già conoscono per altre opere sue da noi annunciate. Questa ora pubblicata, tratta dei ***Ponti e delle opere in muratura*** e costituisce uno dei volumi più importanti della seria pratica della ***Biblioteca*** ed è davvero condotta con criteri eminentemente pratici; della teoria non si dà che quello solo, che è di assoluta necessità ed in modo semplice e piano, impiegando indifferentemente i metodi grafici e gli analitici, secondo che la natura del problema si presta più per gli uni, che per gli altri.

Il libro è diviso in tre grandi parti, la prima delle quali tratta della stabilità e resistenza delle costruzioni; premesse, in un capitolo speciale, le generalità relative alla stabilità e resistenza delle murature, alla ripartizione degli sforzi sopra una superficie piana, e alle condizioni di un massiccio di muratura isolato dapprima, e poi sottoposto ad azioni laterali, l'A. espone, nei capitoli successivi, una serie di problemi relativi al calcolo delle dimensioni da assegnarsi alle opere cimentate da forze esterne qualsiasi; tratta quindi dell'azione del vento, dei muri di serbatoi e delle traverse d'acqua, dei muri di sostegno col relativo calcolo della spinta delle terre, delle fondazioni dei muri, delle vôlte in muratura, della verificazione della stabilità delle vôlte cilindriche, cilindriche sbieche, e cilindriche in-

clinate, e delle vôlte a cupola. Ei vedesi che questa parte dell'opera dell'ing. Aragon è delle piu importanti del suo libro, è la parte sostanziale nella quale si condensa tuttociò che è relativo alla stabilità delle costruzioni murarie. Le applicazioni sono veri casi che s'incontrano nella pratica e riescono di grande sussidio come guida nei calcoli che occorre di fare nei vari progetti; i muri sono studiati con accuratezza; l'azione del vento sulle pile molto alte e sui camini di officine, è esaminata nei suoi più piccoli particolari; il calcolo grafico delle vòlte é condotto col metodo di Méry; ma poi per precisare i risultati l'A. espone pure il metodo delle aree di stabilità secondo il procedimento del generale Peaucellier, il quale è pure un metodo di apprezzamento della stabilità di una vôlta, molto utile in pratica, ma che non permette il calcolo diretto. L'A. perciò, basandosi sulle esperienze fatte in Austria, che partono dalla legge delle deformazioni elastiche dei materiali, determina la curva effettiva delle pressioni, ne deriva le formole e fa un'applicazione allo stesso caso di una vôlta ad arco simmetrico di 10 m. di luce ribassata al $^1/_4$, che aveva servito per spiegare il metodo di Méry.

La seconda parte del libro è dedicata alle condizioni d'impianto dei ponti in muratura e ai particolari dei medesimi; quindi considerazioni generali, ubicazione, luce d'efflusso di un ponte, disposizione e proporzioni delle sue parti esterne e interne; vôlte.

Nella terza parte l'Autore descrive sommariamente i tipi delle opere d'arte in uso nelle età passate, e fa un'analisi particolareggiata delle opere moderne. Molto interessante è lo studio delle traverse murarie antiche e moderne, fra queste ultime trovansi anche le traverse in cemento armato, soffermandosi sul tipo della Società *Ambursen Hydraulic* di Boston, che è il più comune.

A proposito della traversa della Gileppe nel Belgio, l'Autore dà a pag. 341 nella fig. 246 il tipo adottato, il quale presenta una massa di muratura molto esagerata, e per dimostrare che avrebbe bastato la metà di essa, vi ha indicato nella stessa figura la sezione tipo razionale che avrebbe dovuto seguirsi, la quale, per una ritenuta d'acqua di uguale altezza (m. 45), non richiede che 781 metri cubi di muratura per metro lineare di muro, mentre il tipo della Gileppe ne richiede 1738 m. c. ossia più del doppio in pura perdita. L'A. dice che la sezione tipo razionale è quella della traversa del Furens, ma s'inganna, perchè quella sezione che lui indica, è il nostro tipo, come si scorge dal nostro libro *Sui muri di sostegno e sulle traverse dei serbatoi d'acqua* (Torino 1883) pag. 310-312 e tav. XXIX fig. 181 ed anche dal periodico *Le Génie civil* 1883 pag. 349, e 1895 pag. 236 (1) da dove è stata ricavata.

Nell'ultimo capitolo della terza parte l'A. tratta ampiamente delle centine per l'esecuzione delle vôlte in muratura, degli apparecchi per il disarmo, e del calcolo delle varie membrature che compongono le centine.

(1) L' Ing. Dumas nel suo articolo nel *Génie civil* erroneamente dice *parement d'amont* in vece di *parement d'aval.*

La materia svolta dall'ing. Aragon in questo suo nuovo libro è notevole, ma ciò non ostante egli ha saputo condensarla in un sol volume di facile maneggio, senza nulla trascurare di tuttociò che si riferisce ai ponti ed alle opere in muratura, con esposizione chiara, facile ed elegante, percui non dubitiamo che il suo libro incontrerà il favore pubblico, e diventerà un Vademecum per gli ingegneri.

Teramo, li 17 *novembre* 1908.

GAETANO CRUGNOLA.

Ing. NICOLA COLETTA. — *Sulla utilizzazione a scopo di irrigazione delle Acque del fiume Gasc nella Colonia Eritrea.* — Relazione per incarico del Ministero degli Affari esteri. — Un volume in quarto di 79 pagine con 32 fototipie fuori testo e due tavole. — Roma, Tipog. della Camera dei Deputati 1907.

Abbiamo già visto numerose pubblicazioni sulla nostra colonia Eritrea, ma se dobbiamo dire la verità, pochissime ci hanno soddisfatto; la maggior parte di esse, a nostro giudizio, non ha quel carattere che dovrebbe distinguere le opere che si occupano delle colonie; vi si dicono molte cose, ma sul vero modo di trarre profitto di quelle terre, lasciano grandemente a desiderare, specie per la mancanza di praticità. La Relazione dell'Ispettore Coletta, Presidente di Sezione del Consiglio Superiore dei LL. PP. che segnaliamo ai lettori del *Politecnico* ha un'impronta affatto diversa, e può stare a pari a quelle pubblicazioni inglesi, che tanto efficacemente contribuiscono all'escogitazione dei mezzi e loro attuazione, che sono più opportuni e convenienti per l'utilizzazione delle ricchezze naturali od anche dei semplici prodotti che può dare una colonia.

L'ing. Coletta ha intrapreso il viaggio di esplorazione per incarico della Direzione generale degli affari coloniali del Ministero degli Affari esteri, allo scopo di indagare la possibilità e convenienza di utilizzare per irrigazione le acque di qualcuno dei vari corsi d'acqua che dall'altipiano, per direzioni varie scendono ad oriente nel mar Rosso, o ad occidente verso la regione del Nilo; fra essi uno dei più interessanti è il Gasc, che fu scelto per lo studio in parola, e nella Relazione della quale ci occupiamo, l'ing. Coletta riferisce appunto sui risultati dei suoi studii. In essa l'A. ha avuto una visione chiara del fabbisogno, ha visto con esattezza ciò che esiste e il vantaggio che se ne può trarre, ed ha indicato i mezzi per trarne profitto, tracciandone la via con un programma, la cui attuazione farà entrare la nostra Colonia in un nuovo periodo di prosperità propria e di giusto orgoglio per l'Italia, che avrà saputo colonizzarla.

Il problema non era di facile soluzione, per la deficenza dei dati e notizie e per la grande difficoltà di procurarsele; ma l'ing. Coletta colla sua

lunga esperienza in materia, la costanza e tenacia di propositi che lo distinguono, si accinse alla difficile impresa, che attraverso alla sua Relazione, si presenta semplice e pratica.

I termini del problema si riducono ai seguenti: 1.° quali delle colture sono agrariamente più adatte ed economicamente più vantaggiose; 2.° quali sono i bisogni d'acqua; 3.° e quali i limiti della spesa consentita da un ragionevole tornaconto per la esecuzione di opere di irrigazione.

Noi non possiamo in questa recensione seguire l'A. nelle sue ricerche, ci limiteremo a riferirne i risultati, osservando che l'esposizione dell'A. è così scorrevole ed elegante, da rendere la lettura della Relazione interessante e aggradevole, come se si trattasse della cosa più semplice del mondo.

Dagli esperimenti fatti e dalle coltivazioni intraprese è lecito concludere, che suolo e clima della Colonia si prestano mirabilmente alla coltivazione proficua del cotone; tuttavia non può asserirsi che in ogni plaga si abbia a sufficienza l'altro elemento necessario per detta coltivazione, l'acqua.

Al secondo termine del problema si risponde che per lo sviluppo della pianta del cotone occorrerebbero circa 60 centimetri di acqua. Nella colonia Eritrea, e più precisamente nella regione del Gasc, si hanno precipitazioni d'acqua variabili da un massimo medio di centimetri 30 nella parte più elevata, ad un minimo di 15 cm. in quella più bassa, riferibilmente ai soli mesi dal luglio al settembre, che costituiscono il periodo di tempo necessario allo scopo. Perciò nella parte elevata le condizioni sono tali da non avere bisogno di ricorrere alla irrigazione; non così per le terre meno beneficate dalle pioggie, dove si dovrà aggiungere all'altezza di queste, altri 40 centimetri con la irrigazione.

E qui viene il terzo termine del problema, quale spesa cioè può essere consentita per opere di irrigazione per la coltivazione del cotone, affinchè essa riesca rimunerativa e questa fu stabilita in lire 200 ed anche più per ettaro.

Messi come sopra i termini del problema, non restava più che a studiare l'indole del fiume Gasc, per conoscere fin dove si rende possibile l'utilizzazione delle sue acque.

Questo studio è la parte più importante del lavoro dell'ing. Coletta; egli ne esamina l'idrografia, indi il regime, valutando con fine logica e prudente disanima tutti i dati che fu possibile raccogliere, tutte le osservazioni direttamente fatte, e mettendo in rilievo i fenomeni meglio conosciuti, per trarne quelle conseguenze che si adattano allo scopo desiderato. Studiato il regime idraulico del Gasc, l'A. passa ad indagare le acque latenti, la loro natura, portata e durata, per conchiudere che non meritano di essere tenute presenti, perchè la loro portata è tale da non poter vincere neppure la potenza evaporatrice del clima, ed anche nella stagione di massima abbondanza non sono tali da consentire una notevole utilizzazione a scopo irriguo.

Escluse così le acque latenti non restano che le acque correnti nella

stagione delle grandi pioggie, luglio, agosto, settembre. Ciò stabilito l'A. passa a studiare le pianure latistanti al fiume Gasc, per vedere la loro suscettilità topograficamente ed orograficamente per rispetto alle acque di cui sopra, e concludere se e quale di esse si presti ad essere irrigata, e con quale sistema.

Le pianure visitate sono numerose, ma di esse solamente quelle di Tessenei e di Gulsa sono facilmente irrigabili colle acque del fiume Gasc, il che però non vuol dire che le altre debbano escludersi da ogni sfruttamento, mentre sono suscettibili di altre coltivazioni diverse da quella del cotone. Per quelle di Tessenei e di Gulsa, riesce facile con opere relativamente semplici, che l'A. indica e approssimativamente valuta in 2 milioni e 200 000 lire, condurvi l'acqua del Gasc. Tale spesa corrisponde a L. 140 a 150 per ettaro, somma sensibilmente inferiore al massimo indicato più sopra per una buona speculazione.

Il Governo ha apprezzato grandemente il lavoro del Coletta e si è subito messo all'opera, mandando sopra luogo degli ingegneri per gli studi definitivi. Questi, con una guida così sicura quali sono le indicazioni contenute nella relazione Coletta e rispettivi allegati, hanno potuto adempiere il loro mandato con rapidità, e i loro studi hanno confermato quanto il Coletta aveva visto e previsto, nuova prova del grande valore di tale Relazione. Un gran numero di fototipie, ben riuscite, e meglio scelte, servono a dare una rappresentazione viva e fedele della regione e dei suoi abitanti.

Teramo, li 5 *dicembre* 1908.

GAETANO CRUGNOLA,

INDICE DELLE MATERIE

Anno cinquantaseiesimo - 1908

STRADE FERRATE — TRAMWAYS — STRADE ORDINARIE.

	Pagina	Tavole
L'esercizio ferroviario in Italia nei suoi rapporti con l'economia del paese e la scienza dei trasporti - Ing. G. Spera	164	
Idem idem idem idem	225	
Idem idem idem idem	331	
Idem idem idem idem	380	
Locomotiva a quattro cilindri accoppiati per treni, diretti	181	16
Sulle ferrovie a trazione elettrica con speciale riguardo al sistema monofase	492	41
Idem idem idem idem	539	
Fresatrice portatile per binari ferroviari	547	
Indennità spettante ai proprietari d'immobili espropriati per costruzioni ferroviarie - Ing. C. Scala . .	653	
Congresso delle strade a Parigi - Ing. V. G. . . .	655	
Barriere automatiche per passaggi a livello . . .	659	
Il metropolitan pel servizio merci di Chicago . .	660	

IDRAULICA E COSTRUZIONI IDRAULICHE.

	Pagina	Tavole
Sulla teoria e la calcolazione delle turbine idrauliche - Ing. C. Malavasi	65	
Diga di sbarramento sul fiume Ohio e suoi confluenti	186	
Diga in ferro sul fiume Missouri	188	
Condotture idrauliche di navigazione - Ing. Campofregoso	459	41

Impianti ed applicazioni meccaniche.

	Pagina	Tavole
Di alcuni impianti per il trasporto di energia elettrica		
L'impianto idroelettrico di Brusio e il trasporto di energia in Lombardia - continuazione	3	1-4
Idem idem idem idem		6-7
Idem idem idem idem	94	8-13
Idem idem idem idem	138	
L'impianto idroelettrico dell'Anza	275	21-24 d.
Idem idem idem	305	25-31
Idem idem idem	369	32-36 bis
Idem idem idem	433	38-39
Un moderno impianto idro-elettrico americano . .	287	
Idem idem idem idem . .	357	
Centrale idro-elettrica sulla Kern-River	418	
Progetto per l'impianto elettrico comunale di Roma - Ing. Q. Giorgi	522	
L'industria siderurgica italiana nel momento attuale - Ing. F. Massarelli	561	
Gli ultimi dati sull'industria siderurgica italiana - Ing. F. Massarelli	696	

Costruzioni.

	Pagina
Esame critico delle formole in uso per il calcolo delle spalle o piedritti alle volte circolari - Ing. C. Ferrario	17
Sull'influenza della temperatura nelle costruzioni - Ing. L. Figari	80
Corrosione elettrica nel cemento armato	124
Sull'influenza della temperatura nelle costruzioni - Ing. M. Panetti	179
Calcolo statico del camino di una caldaia a vapore - Ing. G. Dubini . . . . : .	393
Il ponte in cemento armato di Pyrimont	410
Camino in cemento armato	663
Sifone doppio per canali di fognatura	666
Protezione per le mole a smeriglio	668
Cubilotto per fusione della ghisa in piccole quantità . .	667

Fisica — Meccanica — Matematica.

	Pagina	Tavole
Sul calcolo della capacità del cilindro negli attuali motori a gas povero - Ing. O. Pomini	34	14
Idem idem idem idem	110	
Dentatrici coniche senza sagoma - Ing. A. Galassini .	50	3
Idem idem idem idem	141	
Idem idem idem idem	439	40-41
Sulla teoria di un termosifone a rapida circolazione — Ing. Luigi Montel	129	15
Aumento di potenza nei motori a scoppio mediante iniezione d'ossigeno	189	
Riassunto di teoria e calcolo delle turbine a vapore — Ing. G. C. Vallauri	193	
Idem idem idem idem	315	17-19
La formula di Simpson ricavata dalla formola d'interpolazione di Newton - Ing. S. Spera	207	
Sulla resistenza delle lamiere ondulate - Ing. I. Galmozzi	211	
Ricerche sulla resistenza dell'aria — Ing. C. Canovetti .	216	20
Lo sviluppo delle turbine a vapore negli Stati Uniti d'America	279	
Di alcuni nuovi tipi di indicatori ed apparecchi di taratura	284	
Ricerche sperimentali sulla resistenza dell'aria ecc. .	361	
Sulla calcolazione delle viti per le scatole a stoppa - Ing. C. Malavasi	400	
Sulla determinazione del calore specifico del ferro . .	544	
Nuovo compasso per officine meccaniche, differenziale-universale — Ing. A. Galassini	632	43
Idem idem idem idem	683	

Elettricità e sue applicazioni.

	Pagina	Tavole
L'impianto elettrico sul transatlantico Lusitania . .	182	
Utensile e comando elettrodinamico	281	
Isolatori per le linee lungo il mare	295	
Sulla trasmissione dell'energia con corrente continua — Ing. Metsola	349	16
Influenza degli effluvi nella resistenza d'isolamento degli isolatori	491	

	Pagina	Tavole
Un metodo semplice di avviamento dei cavi ad alta tensione — A. Dina	497	
Radiotelegrafia sistema Poulsen	556	42
Idem idem idem	710	
Un alternatore di 650° KW.	663	

ARCHEOLOGIA.

Il ricco portale del 1534, di artista Comacino nella chiesa di Condino in Val Giudicaria - D. Sant'Ambrogio . 262
Il sarcofago e la statua equestre di Barnabò Visconti — D. Sant'Ambrogio 454
Ricerche intorno al chiostro ed ai capitelli di Voltorre presso Gavirate - D. Sant'Ambrogio 513
Nel museo di P. Giovia - Il coltello eucaristico di S. Andrea di Vercelli — D. Sant'Ambrogio 641
I bassorilievi dell' antica Porta Romana in Milano Diego Sant' Ambrogio 690

ARGOMENTI VARI.

Il nuovo indicatore Hopkinson 61
Le trasmissioni con nastro d'acciaio 62
Stima delle indennità per immobili espropriati a causa di pubblica utilità - Ing. Cav. Uff. C. Scala 152
Idem idem idem idem 268
La navigazione interna in Europa ecc. 160
La galleria di sottopassaggio dall' East-River a New-York 183
Il voluliquimètre Krebs 189
Intorno alla preparazione del nichelio malleabile . . 280
Una turbina a vapore di 12 000 HP - tipo Parson . . 414
La seta artificiale 483
Processo per estrarre dal legno le materie tanniche, l'alcool, la cellulosa 548
Delle moderne macchine frigorifere 549
Prove di consumo su un motore Diesel a grande velocità 551
Reonautica fluviale - B. Campofregoso 627
Alcune considerazioni sul riordinamento dell' insegnamento tecnico superiore — Ing. C. Barzanò . . 649
Il laboratorio per le prove sui materiali nel Politecnico di Stoccarda . . . . 657 — Tavole 44
Sterilizzazione del legname 700
La preservazione delle traverse dal deperimento dovuto a cause meccaniche 703
Le nuove lampade ad incandescenza 705

BIBLIOGRAFIA.

Pagina

Ing. S. A. Wehmeyer. — Alimentazione, conservazione ecc. delle caldaie marine 63
Ing. M. Panetti. — Prove dei metalli . . , . . 63
Handbuch der Ingenienrwissenschaften. — G. Crugnola . 126
Zeitschrift für Bauwesen — G. Crugnola 191
Führer durch die Sammlungen des deutschen Museums ecc. G. Crugnola 301
Zeitschrift für Bauwesen. — G. Crugnola 302
Idem idem idem 559
Peof M. Buhle. — Massentransport. — G. Crugnola . 367
Dott. O. Lueger. — Lexikon der gesamten Tecnik und Ihrer Wisseuschaften - G. Crugnola 429
Handbuch der Ingenieurwissenschaften — G. Crugnola . 670
Prof. H. Vieweger· — Recueil de problèmes avec solutions sur l'èlectricité et ses applications pratiques — G. Crugnola 718
Ing. E. Aragon. — Ponts et ouvrages en maçonnerie - G. Crugnola 719
Ing. Nicola Coletta. — Sulla utilizzazione a scopo di irrigazione delle acque del fiume Gasc nella Colonia Eritrea - G. Crugnola. 721

NECROLOGIE.

In memoria di Giuseppe Ponzio — Ing. C. Saldini . 673

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.